Lehrbuch

der

Gebirgs- und Bodenkunde.

Zunächst für

Forst- und Landwirthe.

Von

Dr. **Ferdinand Senft.**

Zweiter Theil: Bodenkunde.

Jena,

Druck und Verlag von Friedrich Mauke.

1847.

Lehrbuch

der

Bodenkunde.

Zunächst für

Forst- und Landwirthe.

Von

Dr. Ferdinand Senft.

Mit einer Tabelle.

Jena,

Druck und Verlag von Friedrich Mauke.

1847.

Gedichte.

Vorwort.

Der Verfasser übergiebt hiermit den zweiten Theil seiner „Gebirgs- und Bodenkunde" der Oeffentlichkeit. Er kann dabei nicht unterlassen, nochmals auf die Schwierigkeiten hinzudeuten, welche er in der Vorrede zum ersten Bande schon erwähnt hat, und die hauptsächlich darin bestehen, daß einerseits ein — in das Gebiet der Chemie, Geognosie und Pflanzenphysiologie einschlagender — Gegenstand solchen gelehrt werden soll, welche der dazu nöthigen chemischen ꝛc. Kenntnisse meistentheils ganz entbehren, und daß andererseits so viele Erscheinungen rücksichtlich des Bodens der Wissenschaft noch als unenthüllte Räthsel dastehen. — Der Verfasser darf daher gewiß auch auf Nachsicht des Lesers rechnen, wenn er unverholen bekennt, daß er trotz seiner vieljährigen Forschungen in diesem Gebiete

und trotz des sorgfältigsten Studiums aller der die Bodenkunde berührenden Werke nicht im Stande gewesen ist, alle die Räthsel und Geheimnisse zu entschleiern, welche, wie schon bemerkt, noch unenthüllt dastehen und uns bei jedem Schritte aufstoßen. Gewiß wird man dann in den Aussprüchen und Erklärungen des Verfassers nicht überall unumstößliche Lehrsätze oder ausgemachte Wahrheiten finden wollen, sondern oft nur Ansichten und Andeutungen, durch welche der Jünger in der Bodenkunde zur eigenen Forschung und Auffindung der Wahrheit angetrieben werden soll. — So lange der Erdboden nur einseitig, sei es chemisch oder mechanisch, untersucht wird; so lange noch nicht bei der Erforschung des Erdreichs Physik, Chemie, Gebirgskunde und Pflanzenphysiologie in ungetrenntem Verbande angewendet werden, so lange wird auch der Erdboden noch mehr oder weniger ein unbekanntes Reich bleiben.

Was den bei der Ausarbeitung dieser Bodenkunde befolgten Plan betrifft, so erlaubt sich der Verfasser die Bemerkung, daß er durch ihn allen denjenigen, welche die Untersuchung des Bodens sich zur Aufgabe machen, den Gang einer solchen Untersuchung andeuten will. Nach der Ansicht des Verfassers muß derjenige, welcher die ganze eigenthümliche Natur eines Bodens zu erforschen strebt, stets zunächst nach dessen Bestandtheilen und Eigenschaften fragen. Ist er damit im

Klaren, dann muß er die Lagerungsverhältnisse und die Umgebung des Bodens untersuchen. Sowie ihm nun die Untersuchung der Bestandtheile und Eigenschaften des Bodens Aufschluß über seine gegenwärtige Produktivität giebt, so lehrt ihn die Betrachtung der Lage und Umgebung, welchen Veränderungen dieser Boden im Zeitverlaufe ausgesetzt ist und welche Mittel anzuwenden sind, um einerseits die Umgebung selbst, andererseits die eintretenden Veränderungen zu Gunsten des Bodens zu benutzen. Ist der Beobachter mit diesen Betrachtungen zu Stande gekommen, dann wendet er sich zur Untersuchung der vom Boden freiwillig producirten Pflanzen. Diese sind ihm der Maßstab für seine bisherigen Beobachtungen, sowohl in Bezug auf den gegenwärtigen Fruchtbarkeitszustand, als auch auf die künftige Entwickelung des Bodens. Den Schluß der ganzen Untersuchung macht alsdann die Einreihung der gewonnenen Resultate in ein System. — Von dieser Ansicht ausgehend, ordnete auch der Verfasser den Plan des vorliegenden Werkes.

Schließlich empfiehlt der Verfasser denjenigen, welche die Natur des Bodens gründlich studiren oder sich mit den für dieses Studium nöthigen Hülfskenntnissen vertraut machen wollen, außer den im ersten Bande schon genannten Schriften, noch:

Stöckhardt's Schule der Chemie. 1846.

Fresenius, Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse. 1845.

Pfeil's kritische Blätter (namentlich das 2. Heft vom 17. bis 23. Bande).

Schleiden's Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. 2 Theile. 2. Auflage. 1845 — 1846.

Langethal's Pflanzenkunde für Landwirthe ꝛc.

Eisenach, im Oktober 1847.

Dr. F. Senft.

Inhaltsverzeichniss

zur Bodenkunde.

Einleitung.

Von den Bestandtheilen des Bodens.

Seite.

§. 1. Begriffsbestimmung von Erdkrume oder Erdboden . . 1
§. 2. Unterschied zwischen Rohboden und Fruchtboden . . . 1
§. 3. Unterschied zwischen näheren und entfernteren Bodenbestandtheilen 1

I. Von den chemischen Bestandtheilen der Erdkrume.

1) Die aus der Zersetzung von Mineralien entstandenen chemischen Bestandtheile.

§. 4. Es müssen im Allgemeinen dieselben Bestandtheile sein, aus welchen die Krume erzeugenden Mineralien bestehen . . 2
§. 5. Blick auf die chemischen Bestandtheile der Boden bildenden Mineralien und auf die Produkte, welche aus ihrer Verwitterung hervorgehen 3
§. 6. Uebersicht derjenigen Mineralbestandtheile, welche als selbstständige Bodengemengtheile auftreten, sowie derjenigen Mineralstoffe, welche nur als Beimengungen der Erdkrume vorkommen . . . . . 4—5
§. 7. Krumenbildung der gemengten Felsarten im Allgemeinen 6
§. 8. Bildungsmittel der phosphorsauren Salze 7

---

2) Die aus der Verwesung organischer Reste entstehenden chemischen Bestandtheile der Erdkrume.

§. 9. Aehnlichkeit und Unterschied zwischen dem Verwitterungsprozeß der Mineralien und dem Verwesungsprozeß der Organismen 8

S.

§. 10. Blick auf die Hauptzusammensetzungsstoffe des Organismenkörpers 9
§. 11. Verschiedenes Verhalten der Organismenstoffe gegen die Verwesungspotenzen 10
§. 12. Unterschied des Verwesungs- und Fäulnißprozesses . 11—12
§. 13. Allgemeine Angabe der Produkte der Zersetzung von Organismen 13
§. 14. Beschreibung des Humus . . . . . 13—14
§. 15. Eigenschaften des Humus 15
§. 16. Chemische Zusammensetzung des Humus: Humin und Huminsäure. — Eigenschaften der humussauren Salze . . 16
§. 17. Arten des Humus: reiner, milder, adstringirender, harziger, kohliger und saurer Humus. — Zusätze: Giebt es wirklich verschiedene Arten des Humus? . . . . 17—18
§. 18. Salze und Säuren, welche mit dem Humus verbunden vorkommen. — Verschiedenheit ihrer Art und Menge je nach der Art des Organismus, je nach den Gliedern desselben, je nach seinem Alter und je nach der Jahreszeit, in welcher er verwest . . . . . 19—20
§. 19. Allgemeine Aehnlichkeit dieser Salze mit den aus der Mineralzersetzung entstehenden Salzen 21
§. 20. Das Ammoniak und seine Eigenschaften 22
§. 21. Nähere Betrachtung der Ammoniaksalze . . . . 22—25
§. 22. Einwirkung der humösen Materien auf die Mineralbestandtheile der Erdkrume . . . . . 25—27

II. Von den Gemengtheilen der Erdkrume.

§. 23. Unterschied zwischen Haupt- und Nebengemengtheilen des Bodens. — Eintheilung und Angabe dieser beiden Arten von Bodengemengtheilen . . . . . 27—28

A. Beschreibung der Bodengemengtheile.

A. Die Hauptgemengtheile.

§. 24. Begriffsbestimmung derselben 29

1) Der Sand.

§. 25. Allgemeine Beschreibung und Eintheilung desselben je nach der Größe seines Korns 29
§. 26. Verschiedenartigkeit seiner Zusammensetzung und Beziehung derselben zur Bodenbildung 30

a. Der Quarzsand.

§. 27. 1) Bestand und Eigenschaften 30
§. 28. 2) Beimengungen 31
§. 29. 3) Arten des Sandes, welche durch diese Beimengungen gebildet werden. Feldspath-, Glimmer-, Eisen-, Muschelsand 31—32

S.
§. 30. 4) Bildungsmaterial des Sandes 32
§. 31. 5) Bedeutung des Quarzsandes als Bodengemengtheil . 32—33
§. 32. 6) Beziehung des Quarzsandes zum Pflanzenleben . . 34

2) Die Thonarten.

§. 33. Allgemeine Begriffsbestimmung und Eigenschaften . . . 35

a. Der gemeine oder zähe Thon.

§. 34. Wesentlicher Bestand 35
§. 35. Eigenschaften desselben. a. Physikalische . . . . . 36—38
§. 36. b. Chemische Eigenschaften des Thons 38
§. 37. Beimengungen des Thons 39
§. 38. Arten des Thons . . . . . 39—40
§. 39. Bildungsstoffe des Thons 41
§. 40. Bedeutung des Thons als Bodengemengtheil 41
§. 41. Beziehung des Thons zum Pflanzenleben 42

b. Der mürbe Thon.

§. 42. Bestand desselben im Allgemeinen 42
§. 43. Eigenschaften desselben 43

a. Der Talkerdethon oder Walkerthon.

§. 44. Bestand, Eigenschaften und Bildung desselben . . . 44

b. Der Eisenthon.

§. 45. Bestand und physikalische Eigenschaften desselben . . 45—46

c. Der Sandthon, magere Thon oder Letten.

§. 46. Beschreibung desselben 47

d. Der Lehm.

§. 47. Bestand desselben 47
§ 48. Eigenschaften desselben 48
§. 49. Beimengungen desselben . . . . . 49—51
§. 50. Bedeutung des Lehms als Bodengemengtheil und als Pflanzenernährer . . . . . 51—52

3) Der kohlensaure Kalk.

a. Der gemeine oder reine Kalk.

§. 51. Bestand und physikalische Eigenschaften desselben . . 53
§. 52. Chemische Eigenschaften desselben 54
§. 53. Beimengungen des kohlensauren Kalkes 55
§. 54. Arten des kohlensauren Kalkes 55
§. 55. Bedeutung des Kalkes als Bodengemengtheil . . 56—58
§. 56. Beziehung des Kalkes zum Pflanzenleben 58

b. Der Mergel.

§. 57. Bestand und Beimengungen desselben 59
§. 58. Arten des Mergels 60
§. 59. Eigenschaften desselben . . . . . 60—62

S.
§. 60. Der Mergel als Bodengemengtheil und Pflanzenernährer 62—64
§. 61. Lagerstätten des Mergels 64

4) Die Oxyde des Eisens.

§. 62. Bestand derselben 65
§. 63. Physikalische Eigenschaften derselben . . . . 65—66
§. 64. Chemische Eigenschaften . . . . . 66—68
§. 65. Beimengungen der Eisenoxydationen 68
§. 66. Abarten derselben 69
§. 67. Bedeutungen der Eisenoxydationen als Bodengemengtheile 70—74
§. 68. Einfluß derselben auf das Pflanzenleben 74
§. 69. Das Manganoxyd und Manganoxydul 75

B. Nebengemengtheile des Bodens.

§. 70. Allgemeine Bedeutung und Eintheilung derselben . . 76

a. Die Krumenvermehrungsstoffe.

§. 71. Mineral- und Felstrümmer. Ihre Bedeutung . . 76—78
§. 72. Der Raseneisenstein. Verschiedene Formen; Orte seines Vorkommens; Bildungsmaterial desselben; Prozeß seiner Bildung; Einfluß desselben auf das Pflanzenleben . 78—82
§. 73. Die Bohnerzbildung 82
§. 74. Die Pflanzenreste im Boden . . . . . 83—85
§. 75. Die Thierreste im Boden 85

b. Die Krumenzubereitungsstoffe.

§. 76. Allgemeine Bedeutung und Wirksamkeit derselben . . 86

a. Säuren.

§. 77. Quellen der Bodensäuren. Seltenheit des freien Vorkommens der meisten 86

α. Die Kieselsäure.

§. 78. Eigenschaften und Formen derselben 87
§. 79. Quellen und Bildungsbedingungen der flüssigen Kieselsäure . 88
§. 80. Einfluß der löslichen Kieselsäure auf das Pflanzenleben . 89

β. Die Kohlensäure.

§. 81. Eigenschaften derselben und ihrer Salze 90
§. 82. Quellen der Kohlensäure 90
§. 83. Werth der Kohlensäure als Pflanzennahrungsmittel . . 91

γ. Die Humussäure.

§. 84. Bedingungen ihres Vorkommens und ihr Einfluß auf das Pflanzenleben . . . . . 91—92
Zusatz: Apfelsäure, Citronen-, Essig-, Klee- und Gallussäure kommen nur selten im Boden vor . . . 92

S.

b. Basen und Salze.

§. 85. Bedingungen und Seltenheit des Vorkommens von freien Salzbasen im Boden. Eisenoxyd kommt am meisten frei vor 93
§. 86. Allgemeine Angabe der in einem Boden vorkommenden Salze 94

a. Die kieselsauren Salze.

§. 87. Gebiet und Quellen derselben 94
§. 88. Eigenschaften. — Löslichkeit und Zersetzungsmittel derselben 95
§. 89. Bedeutung derselben für das Pflanzenleben 96
§. 90. Arten: 1) das kieselsaure Kali und Natron 96
§. 91. 2) der kieselsaure Kalk 97
§. 92. 3) die kieselsaure Talkerde 97

b. Die schwefelsauren Salze.

§. 93. Sitz und Bildungsmittel derselben 98
§. 94. Eigenschaften, Löslichkeit, Umwandlungen derselben in einem gegen die Luft verschlossenen und faulige Organismenreste haltigen Boden 98
§. 95. Wichtigkeit derselben für das Pflanzenleben 99
§. 96. Beschreibung des schwefelsauren Kalis 100
§. 97. Beschreibung des schwefelsauren Ammoniaks 100
§. 98. Beschreibung des schwefelsauren Kalkes 101
§. 98a. Bodengebiet desselben 101
§. 98b. Formen und Bedeutung desselben für das Pflanzenleben . 102
§. 99. Beschreibung der schwefelsauren Talkerde 103
§. 100. Beschreibung der schwefelsauren Thonerde 104
§. 101. Beschreibung des schwefelsauren Eisenoxyduls 105

c. Die salzsauren Salze.
(Chlormetalle.)

§. 102. Gebiet und Eigenschaften derselben 106
§. 103. Beschreibung des salzsauren Kalis, Natrons, Ammoniaks, Kalks und Talks 107

d. Die salpetersauren Salze.

§. 104. Gebiet dieser Salze 108
§. 105. Eigenschaften derselben. Ammoniakbildung bei Zersetzung derselben 109
§. 106. Beschreibung des salpetersauren Kalis (Salpeter) . . . 109
§. 107. Beschreibung der salpetersauren Kalkerde 110
Zusatz: die salpetersaure Talkerde 111

e. Die phosphorsauren Salze.

§. 108. Bodengebiet derselben 111
§. 109. Löslichkeit derselben im Wasser 112
§. 110. Wichtigkeit derselben für die Pflanzenernährung . . 112
§. 111. Beschreibung der phosphorsauren Kali-, Natron- und Ammoniaksalze 113
§. 112. Beschreibung der phosphorsauren Kalk- und Talkerde 114—116
§. 113. Beschreibung der phosphorsauren Eisensalze 116

S.

f. Die kohlensauren Salze.

§. 114. Verbreitungsgebiet derselben 117
§. 115. Löslichkeit derselben in reinem und kohlensaurem Wasser . 118
§. 116. Werth derselben als Pflanzennahrungsmittel . . . 118
§. 117. Beschreibung des kohlensauren Kalis 119
Zusatz: Das kohlensaure Natron 120
§. 118. Beschreibung des kohlensauren Ammoniaks 120
§. 119. Beschreibung der kohlensauren Talkerde 121
§. 120. Beschreibung des kohlensauren Eisenoxyduls 122

g. Die humussauren Salze.

§. 121. Vorkommen und Eigenschaften derselben mit Beziehung auf §. 16 u. ff. 123
§. 122. Arten derselben: humussaures Kali, Natron, Ammoniak; humussaure Kalk-, Talk- und Thonerde; humussaures Orydul und Oxyd vom Eisen . . . . . 123—125

B. Die Erdkrume nach ihren physischen Eigenschaften.

§. 123. Uebersicht dieser Eigenschaften 126

a. Durch die Anziehungskraft der Bodengemengtheile hervorgerufene Eigenschaften.

1) Die Cohärenz und Consistenz der Erdkrume.

§. 124. Begriff und Bedingungen ihres Hervortretens . . . 126
§. 125. Eintheilung des Bodens nach den Stärkegraden der Consistenz in festen, bindigen, mürben, lockern und losen Boden 127—129
§. 126. Schwächung der Consistenz durch Frost 129
Zusatz: Die Adhäsion des Bodens.

2) Die Haarröhrchen-Anziehung der Bodenmasse.

§. 127. Aeußerungen derselben 129
§. 128. Ursachen, von denen die verschiedenen Aeußerungen dieser Anziehung abhängen 130

a. Wasser fassende Kraft.

§. 129. Abhängigkeit derselben von der Natur der einzelnen Bodengemengtheile 130
§. 130. Methode, die Größe dieser Kraft zu bestimmen . . . 131

b. Wasser anhaltende Kraft.

§. 131. Bedingungen ihres größeren oder schwächeren Hervortretens in einem Boden 132
§. 132. Verdunstungskraft der verschiedenen Bodengemengtheile . 133
§. 133. Methode, die Wasser anhaltende Kraft eines Bodens zu finden 133

c. Hygroscopizität des Bodens.

§. 134. Begriff und Bedingungen, unter denen dieselbe in einem Boden hervortritt 134

S.
§. 135. Hygroscopische Kraft der verschiedenen Bodengemengtheile 135
§. 136. Untersuchung und Bestimmung dieser Kraft . . . 135

d. Luftauffaugung des Bodens.

§. 137. Aeußerung derselben 136
§. 138. Abhängigkeit derselben von der verschiedenen Natur der Bodengemengtheile und den chemischen Prozessen . 136—137

b. Durch die Schwere bewirkte Eigenschaften.

3) Das Gewicht der Bodenarten.

§. 139. Bestimmung des absoluten Gewichts 138
§. 140. Aufsuchung des spezifischen Gewichtes einer Bodenart . . 138
§. 141. Stufenreihe der Bodengemengtheile nach ihrem spezif. Gewichte und Abhängigkeit der Größe dieses Gewichtes . 139

c. Verhalten der Erdkrume gegen die unwägbaren Stoffe.

1) Gegen die Wärme.

§. 142. Allgemeine Bestimmungen 140

a. Die Erwärmungsfähigkeit.

§. 143. Ursachen, von denen die verschiedene Größe derselben abhängt . . . . . 140—142

b. Die Wärmehaltung.

§. 144. Bedingungen, durch welche dieselbe gehoben oder geschwächt wird 142
§. 145. Einfluß des Untergrundes und der Bodendecke auf die Wärmehaltung eines Bodens 143

c. Wärme-Entwicklung im Innern der Erdkrume.

§. 146. Prozesse, durch welche Wärme entwickelt wird 144

d. Wirkungen der Wärme.

§. 147. Hemmender Einfluß der Wasseransaugungs- und Wasserhaltungskraft auf die Verdunstungskraft und die Austrocknung eines Bodens 145
§. 148. Umänderung des Volumens und der Consistenz der verschiedenen Bodengemengtheile bei ihrer Austrocknung durch die Wärme 146
§. 149. Einfluß der Wärme auf die Verwesung, Oxydation und Salzbildung 146

2) Verhalten gegen die Elektrizität.

§. 150. Entwicklung und Fortleitung von Elektrizität in dem Erdboden 147

C. Räumliche Verhältnisse der Erdkrume.

S.

§. 151. Betrachtung des absoluten und relativen Lagerortes der Erdkrume im Allgemeinen 147

a. Der absolute Lagerort.

1) Mächtigkeit einer Erdkrume.

§. 152. Eintheilung des Bodens nach seiner Tiefe oder Mächtigkeit 148

§. 153. Einfluß der Mächtigkeit auf die Pflanzentragkraft eines Bodens . . . . . 148—150

2) Schichtung des Bodens.

§. 154. Verschiedenartige Zusammensetzung der einzelnen über einander liegenden Krumenmassen eines Bodens . 150—151

§. 155. Angabe der Schichtenfolge in angeschlämmten, tiefgründigen und in noch in ihrer Entwickelung begriffenen, rohen Bodenarten . . . . . 151—153

§. 156. Bedeutung der einzelnen Krumenschichten für das Pflanzenleben 153

b. Der relative Standort.

1) Die Bodensohle oder der Untergrund.

§. 157. Begriff von Bodensohle und Substanzen, aus denen dieselbe im Allgemeinen besteht 154

§. 158. Wichtigkeit der Beschaffenheit des Untergrundes für die Fruchtbarkeit eines Bodens . . . . . 154—156

§. 159. Neigung der Bodensohle gegen den Horizont und die Himmelsgegenden und darauf sich gründende Eintheilung des Bodens 156

§. 160. Einfluß dieser örtlichen Lage eines Bodens auf dessen Fruchtbarkeit . . . . . 156—158

2) Die Bodendecke.

§. 161. Wichtigkeit derselben im Allgemeinen für die Fruchtbarkeit eines Bodens und Bildungsmaterial derselben . . . 158

§. 162. Substanzen, welche eine vortheilhafte Bodendecke bilden. Ihr vielfacher Nutzen . . . . . 159—161

§. 163. Stoffe, welche eine ungünstige Bodendecke bilden . . 161

3) Die weitere Umgebung eines Bodens. (Bodengebiet.)

§. 164. Allgemeine Angabe der Gegenstände, welche das Gebiet eines Bodens zusammensetzen 162

§. 165. Einfluß der Berge, welche ein Bodengebiet umgeben oder durchziehen . . . . . 162—166

§. 166. Einfluß der Waldungen in einem Bodengebiete . 166—168

§. 167. Einfluß der in einem Bodengebiete vorkommenden Gewässer 168—171

§. 168. Einfluß der Werke des Menschen auf einen Boden . . 171

§. 169. Gesammteinfluß der das Gebiet eines Bodens zusammensetzenden Gegenstände 172

D. Veränderungen der Bodenmasse im Allgemeinen.

S.

§. 170. Unvermögen der Bodenumgebung, die auf eine Erdkrume einwirkenden Agentien gänzlich aufzuheben oder in ihrem Wirken zu reguliren 173

§. 171. Angabe der Stoffe und Kräfte, welche verändernd auf die Krume eines Bodens einwirken 173

§. 172. Einfluß der Wärme auf die Bodenveränderungen . . 173

§. 173. Bodenveränderungskraft der Kälte 174

§. 174. Veränderungskraft der Atmosphäre 175

§. 175. Einfluß des Wassers auf Bodenveränderungen . . . 175

§. 176. Veränderungsvermögen der chemischen Wahlverwandtschaften 175

§. 177. Einfluß der Gewächse auf die Umänderung eines Bodens . 176

§. 178. Folgerungen aus der Wirksamkeit der bis jetzt betrachteten Agentien auf die Veränderungen eines Bodens . . 176

§. 179. Allgemeine Uebersicht der Bodenveränderungen . . . 177

§. 180. Wirkungen des Meteor-, Fluthen- und Grundwassers . 177

§. 181. Veränderungen, welche durch Verschwinden von Bodengemengtheilen eintreten . . . . . 178—180

§. 182. Veränderungen durch Hinzutreten von neuen Gemengtheilen 180—182

§. 183. Veränderungen durch chemische oder mechanische Umwandlungen der Gemengtheile . . . . . 182—184

§. 184. Blick auf die Umwandlungen, welche an den Nebenbestandtheilen des Bodens vor sich gehen, und auf die Verhältnisse, durch welche solche Umwandlungen am meisten herbeigeführt werden . . . . . 185—187

E. Verhältnisse des Bodens zur Pflanze.

§. 185. Betrachtung dieser Verhältnisse im Allgemeinen. — Nothwendigkeit des Bodens für das sichere Bestehen der Pflanze 187

a. Der Erdboden als Wohnsitz der Pflanze.

§. 186. Ansprüche der Pflanze an den Boden in dieser Beziehung 188

§. 187. Eigenschaften, welche die Krumentheile eines Bodens in dieser Beziehung haben müssen. Untauglichkeit des reinen Sandes und Thones . . . . . 188—191

§. 188. Eine bestimmte Tiefgründigkeit, welche dem Wurzelbau einer jeden Pflanze angemessen ist, kann der Boden als Pflanzenwohnsitz nicht entbehren. — Verschiedenartige Pflanzenproduktionskraft eines Bodens bei verschiedener Tiefgründigkeit 191—193

b. Der Erdboden als Klimavermittler.

§. 189. Unzulänglichkeit des Sonnenlichtes oder der Atmosphäre allein, der Pflanze das ihr stets gebührende Maß von Wärme und Feuchtigkeit zu geben 193

§. 190. Eigenschaften, welche der Boden als Vermittler des für jede Pflanze nothwendigen Klimas haben muß . . . 194

§. 191. Untersuchung, welche Bodengemengtheile diese Eigenschaften am vollkommensten in sich vereinigen 195

§. 192. Einfluß des Untergrundes und der Bodendecke auf die Klimavermittelung eines Bodens . . . . . 196—197

c. Der Boden als Ernährer der Pflanze.

§. 193. Betrachtung der Hauptnahrungsstoffe der Pflanze . . 197
§. 194. Wichtigkeit der Salze für die Pflanzenernährung 198—200
§. 195. Unzulänglichkeit der Atmosphäre, allein das Pflanzenernährramt zu erfüllen. Nothwendigkeit des Bodens in dieser Beziehung 200

1) Der Boden als Sammler der atmosphärischen Nahrstoffe.

§. 196. Festhaltung der durch Meteorwasserniederschläge in seinen Schooß gelangten Atmosphärenstoffe und Ansaugung luftförmiger Substanzen aus seiner Umgebung . . . 201
§. 197. Eigenschaften, welche der Boden als Festhalter der Atmosphärenstoffe haben muß 202
§. 198. Die Ansaugung luftförmiger Stoffe (z. B. des Ammoniaks) abhängig von der Hygroscopizität des Bodens und der Natur einzelner Bodengemengtheile 203

2) Der Boden als selbständiger Pflanzenernährer.

§. 199. Verschiedenheit in der Qualität und Quantität der Nahrstoffe, welche die Pflanzen in verschiedenen Zeiten ihres Lebens vom Bodens verlangen . . . . . 204—207
§. 200. Untersuchung, welche Nahrstoffe die einzelnen Bodengemengtheile produciren können . . . . . 207—209
§. 201. Einfluß der Wärme, Luft und Feuchtigkeit auf die Erzeugung tauglicher Bodennahrstoffe 209
§. 202. Begriffsentwicklung und Bedeutung der Charakterflora für die Angabe der Fruchtbarkeit eines Bodens.— Eintheilung der Charakterfloren nach ihren Hauptbedürfnissen . . 210

α. Die Irdpflanzen.

§. 203. Forderungen, welche dieselben zu ihrem Gedeihen an den Boden machen und Eintheilung derselben nach ihren Nahrungsmitteln 211

a. Kieselsäure- und Kalipflanzen.

§. 204. Allgemeine Betrachtung derselben; Angabe der Hauptrepräsentanten und Eintheilung derselben in ungenügsame und genügsame 212
§. 205. Die genügsamen Kieselsäurepflanzen 213

b. Kalk- und Kalktalkpflanzen.

§. 206. Eigenschaften und Wirkungen des kohlensauren Kalkes als Nahrungsmittel. — Natur der Kalkpflanzen . 214—215
§. 207. Angabe der Kalkpflanzen. Eintheilung derselben in genügsame und ungenügsame 216
§. 208. Wechsel und Mannichfaltigkeit der Kalkflora je nach dem Wechsel der Bodenumgebung . . . . 217—218

S.

c. Chlorsalzpflanzen.

§. 209. Angabe ihres Wohnsitzes und ihrer Repräsentanten . . 219

d. Moderpflanzen.

§. 210. Wohnsitz und Hauptnahrung derselben 219

§. 211. Abhängigkeit der verschiedenen Moderpflanzen von den Stufen des Verwesungsprozesses und der Art der Verwesungsmassen. Angabe der Repräsentanten . . . 220—222

β. Die Naßpflanzen.

§. 212. Allgemeine Bedingungen zu ihrem Gedeihen. — Eintheilung derselben in Feuchtpflanzen und wahre Naßpflanzen . 223

§. 213. Forderungen, Wohnsitz und Repräsentanten der Feuchtpflanzen 223—224

§. 214. Forderungen, Wohnsitz und Repräsentanten der eigentlichen Naßpflanzen . . . . . 225—227

γ. Die Thau- oder Luftpflanzen.

§. 215. Allgemeine Beschaffenheit des Bodengebietes dieser Flora . 227

§. 216. Eintheilung der hierher gehörigen Pflanzen in 3 Abtheilungen je nach ihren Hauptformen und Lebensbedürfnissen 228—230

§. 217. Zweck der Luftpflanzen im Haushalte der Natur . . 231

3) Der Boden als Zusammenhalter der Nahrungsstoffe.

§. 218. Entwicklungs- und Fruchtbarkeitsperioden des Bodens, hervorgebracht und bezeichnet durch die Charakterpflanzen 231—233

§. 219. Ursachen der Abnahme der Bodenfruchtbarkeit . . 233

§. 220. Vorbeugung der Fruchtbarkeitsabnahme durch die Zusammenhaltungskraft des Bodens. — Worin besteht dieselbe und durch welche Mittel wird sie in einem Boden hervorgerufen? . . . . . 234—236

§. 221. Verbesserungsmittel, durch welche der Mensch die Fruchtbarkeit und Zusammenhaltungskraft eines Bodens zu erhalten oder zu erhöhen sucht 237

Zweck der Bodenlockerung 237

Zweck der Brache 238

Zweck des Fruchtwechsels 238

Auswahl und Zweck der Düngungsmittel . . . 239—240

F. Eintheilung und Beschreibung der Bodenarten.

§. 222. Begriff von Bodenart. — Mittel, welche man zur Aufstellung eines Bodensystems benutzt hat. — Unzulänglichkeit eines streng wissenschaftlich durchgeführten Systems für die Charakterisirung eines Bodens 241

I. Zusammenstellung der Bodenarten nach ihren Hauptgemengtheilen, vorherrschenden Eigenschaften und Charakterfloren.

A. Bodenarten mit ein oder höchstens zwei Hauptgemengtheilen.

A. Mineralische Bodenarten.

a. Kalklose.

S.

§. 223. I. Sandige Bodenarten. Hauptcharakter . . 242—244

Arten:

1) Gemeiner Sandboden 242
2) Krümlicher Sandboden 242
3) Lehmiger Sandboden 243
4) Mergeliger Sandboden 243

Vorkommen dieser Bodenarten 243

§. 224. II. Thonige Bodenarten. Hauptcharakter . . 244—251

1) Boden des mürben Thons 244
   α. Lehmboden 244
      a. Sandiger Lehmboden 245
      b. Mergeliger Lehmboden 246
      c. Humoser Lehmboden 246
   Lagerungsverhältnisse der lehmigen Boden . . 246
   β. Eisenthonboden 247
      Lagerung des Eisenthonbodens 248
2) Boden des gemeinen oder zähen Thons 248
   α. Gemeiner Thonboden 249
   β. Salziger Thonboden 249
   γ. Sandiger Thonboden 249
   δ. Humoser Thonboden 250
      Lagerung des Thonbodens . . . 250—251

b. Kalkhaltige Mineralböden.

§. 225. I. Kalkhaltige Bodenarten mit vorherrschend thonigen Eigenschaften . . . . . 252—255

   α. Kalkthonboden 252
      Lagerung desselben 253
   β. Mergelthonboden oder mergeliger Thonboden . 253
      Lagerung desselben 254
   γ. Mergellehmboden oder mergeliger Lehm . . . 254
      Lagerung desselben 255

§. 226. II. Kalkhaltige Bodenarten mit vorherrschend kalkigen Eigenschaften. Hauptcharakter . . . . . 256—263

   α. Der Mergelboden 256
      a. Thonmergelboden 256
         Lagerung desselben 257

S.
b. Lehmmergelboden und deſſen Lagerorte . . 258
c. Dolomitiſcher Mergelboden 259
Lagerungsorte deſſelben 260
d. Sandmergelboden 260
e. Kalkmergelboden 261
f. Humoſer Mergelboden 261
β. Der Kalkboden 262
a. ſteiniger, b. ſandiger, c. lehmiger, d. thoniger, e. humoſer Kalkboden 263
§. 227. B. Vegetabiliſche Bodenarten 264
I. Humusboden 265
II. Torfboden oder Schollerde 266
§. 228. B. Gemiſchte Bodenarten (Marſchboden z. Th.) 266
a. Flußmarſch, b. Seemarſch, c. Gebirgsmuldenboden 267

II. Zuſammenſtellung der Bodenarten nach ihren Lagerungsgebieten und erzeugenden Felsarten.

A. Verwitterungs- oder Gebirgsboden.

§. 229. Allgemeiner Charakter der hierher gehörigen Bodenarten . 268

I. Boden der einfachen Felsarten.

§. 230. 1) Boden der quarzigen Felsarten . . . . 269—270
a. des gemeinen Quarzes 269
b. des Kieſelſchiefers 269
c. des Hornſteins 270
§. 231. 2) Boden der feldſteinigen Felsarten . . . 270—272
a. des Felſites, b. des Weißſteins 271
c. des Phonoliths und Trachyts, d. der Lava und des Pechſteins 272
§. 232. 3) Boden der Trappgeſteine . . . . . 272—275
a. der einfarbigen Grünſteine 273
b. der augitiſchen Felsarten 274
α. des Melaphyrs 274
β. des Baſaltes 274
γ. des Serpentins 275
§. 233. 4) Boden der thonigen Felsarten . . . . 275—280
a. der grauen bis ſchwarzen Schiefer 275

S.
α. des Thonschiefers 277
β. des Grauwackeschiefers 277
γ. des Schieferthons und Lettenschiefers . . . 277
δ. des mergeligen Schieferthons 278
b. der ockergelben bis rothbraunen Thonsteine . . 278
α. des eisenschüssigen Thonsteins im rothen Todtliegenden 279
β. des rothen Thonlettens im bunten Sandsteine . 280
γ. des Thonporphyrs 280
§. 234. 5) Boden der kalkigen Felsarten . . . . 280—291
a. Boden der kohlensauren Kalksteine 280
a. Boden des Grauwackekalkes 281
b. Boden der Zechsteinkalke 282
α. Boden des dünngeschichteten dunkelgrauen Zechsteins 282
β. Boden des graugelblichen, meist stinkenden Kalksteins (Stinkkalks) 282
γ. Boden des Eisenkalkes 283
c. Boden der Kalke aus der Muschelkalkformation . . 283
α. Boden des dünnschichtigen Kalkes (Wellenkalks) 284
β. Boden des dickschichtigen Kalksteins . . . 285
d. Boden des Liaskalksteins 286
e. Boden der Kalksteine aus der Juraformation . . 286
α. Boden der dichten, festen Kalksteine . . . 286
β. Boden der thonigen oder sandigen Kalksteine . . 286
γ. Boden der Rogensteine 286
f. Boden der Kreidekalke 287
g. Boden der Kalke aus dem Tertiärgebirge, Diluvium und Alluvium 288
b. Boden der Mergelarten 288
c. Boden der Dolomite 288
a. Boden des Dolomits aus der Zechsteinformation . . 288
b. Boden des Dolomits der Muschelkalkformation . 289
c. Boden des Keuperdolomits 290
d. Boden des Juradolomits 290
d. Boden des Gypses 290

II. Boden der gemengten Felsarten.

A. Boden der gemengten krystallinischen Felsarten.

§. 235. Allgemeine Charakteristik 291
§. 236. a. Boden der quarzreichen Felsarten 292
α. Boden des Hornsteinporphyrs 292
β. Boden des quarzführenden Porphyrs 292
§. 237. b. Boden der feldspathreichen Felsarten . . . 292—295
1) Boden der granitischen Felsarten 292
2) Boden des feldspathreichen Gneißes . . . 294
3) Boden der Porphyre 294
§. 238. c. Boden der glimmerreichen Felsarten 295

S.
1) Boden des glimmerreichen Gneißes 296
2) Boden des Glimmerschiefers 296
§. 239. d. Boden der hornblendereichen Felsarten 297
1) Boden des Syenits 297
2) Boden des Diorits 298
e. Boden der augitreichen Felsarten 298

B. Boden der Trümmerfelsarten.

§. 240. Allgemeine Charakteristik 299
§. 241. a. Boden der Conglomerate . . . . . 299—302
1) Boden des Grauwackeconglomerates 300
2) Boden der Conglomerate des rothen Todtliegenden . 300
a. Boden des Conglomerats mit mörteligem Bindemittel 300
b. Boden des Conglomerats mit eisenthonigem Bindemittel 301
3) Boden der Nagelfluh 302
§. 242. b. Boden der Sandsteine 302
1) Boden des kieseligen Sandsteins 303
2) Boden des thonigen Sandsteins 303
α. in der Formation des rothen Todtliegenden . . 303
β. in der Formation des bunten Sandsteins . . . 304
γ. in der Formation des Keupers 304
3) Boden des mergeligen Sandsteins 304
α. im Grauliegenden 304
β. in der Formation des bunten Sandsteins . . . 305
γ. in der Formation des Keupers 305
δ. in der Formation des Lias 305
4) Boden des kalkigen Sandsteins 305
Zusatz: Boden der Tuffe 305

B. Schlämm- oder Tieflandboden.

(Diluvial- und Alluvialboden.)

§. 243. Allgemeine Charakteristik 306
§. 244. I. Der Thalboden 307
a. Gebirgsbusenboden 307
b. Uferboden (Aueboden, Rinnsaalboden) 308
§. 245. II. Der Großebenenboden 309
a. Alter Meeresboden (Diluvium) 310
b. Junger Meeres- und Stromboden (Alluvium) . . 310
1) Boden des eisenschüssigen Sandes oder der Haiden 311
2) Boden der Dünen 311
3) Marschboden 311
4) Sumpfboden 311
a. Lehmbruchboden 311
b. Reiner Moorboden 311

S.
d. Moorboden mit Raseneisenstein. 312
d. Eigentlicher Torfboden 312
e. Seebruchboden 312
f. Fenne 312

Anhang.

Anleitung zur mechanischen und chemischen Zerlegung des Bodens.

I. Instrumente und Geräthschaften 314
II. Untersuchung des Bodens 316
a. Vorarbeiten:
1) Auswahl und Austrocknung der Erde 316
2) Sonderung der Erde von Pflanzenfasern und steinigen Beimengungen 316
b. Mechanische Trennung des Sandes von den abschlämmbaren Erdtheilen 316
1) Auffindung der Menge der abschlämmbaren Erdtheile 316
2) Untersuchung des Sandes 317
c. Chemische Zerlegung des Bodens 318
A. Bestimmung der Humussäure 318
B. Bestimmung der im Wasser löslichen Bodentheile . 319
1) des Chlors 319
2) der Schwefelsäure 320
3) der Kalkerde 320
4) der Talkerde 320
C. Bestimmung der in Salzsäure löslichen Bodentheile . 321
1) des Eisengehaltes. 322
2) der Thonerde 322
3) des Kalkes und 4) der Talkerde 322
D. Besondere Untersuchung des Kalkgehaltes in einem Boden 323
E. Besondere Untersuchung:
1) der Phosphorsäure 323
2) des Ammoniaks 324
3) des Kalis und Natrons 324

Einleitung.

I. Von den Bestandtheilen des Bodens.

§. 1.

Das letzte Produkt aller Steinverwitterung ist — wie man aus der Verwitterungstafel in §. 85. und aus den Beschreibungen der einzelnen Felsarten in der I. Abtheilung ersehen kann — eine krümliche, wenig innern Zusammenhang zeigende, im Wasser mehr oder minder schlammig werdende, erdige Substanz, welche man gewöhnlich mit dem Namen Erdkrume oder Erdboden (auch wohl schlechthin Boden) bezeichnet.

§. 2.

So lange diese Erdkrume noch keine Gewächse trägt, besteht sie nur aus mineralischen Stoffen und heißt Mineralkrume, Verwitterungsboden, oder auch wohl Rohboden; sobald sie aber die Erzieherin von Pflanzen und Thieren wird, erhält sie durch die Abfälle und das Absterben dieser Organismen die Verwesungsprodukte derselben, welche sich nun unter der Form von erdiger Asche mit jenen mineralischen Bestandtheilen vermischen. Zum Unterschiede von jenem Mineralboden wird nun dieses Krumengemenge Dammerde, Humusboden oder auch Fruchtboden genannt.

§. 3.

Wie bei den Felsarten so muß man auch bei den verschiedenen Arten des Bodens einen Unterschied zwischen den näheren und entfernteren Bestandtheilen derselben machen. Unter den näheren Bodenbestandtheilen hat man die einzelnen Erdkrümchen zu verstehen, welche, durch gegenseitige, äußere Anziehung (Adhäsion) mehr oder weniger zusammengehalten, das mechanische Gemenge des Bodens bilden.

Sie sind für diesen dasselbe, was die Mineralien für die Felsbildung waren; sie sind die Bodengemengtheile und schon durch einfache physikalische Merkmale zu unterscheiden. Jeder dieser Bodengemengtheile ist aber das Produkt von der chemischen Verbindung zweier oder auch mehrerer chemischen Stoffe. Diese letztern bilden daher zwar die näheren Bestandtheile jedes Bodengemengtheiles, aber eben deshalb auch die entfernteren einer Bodenart. Um sie aufzufinden und von einander zu unterscheiden, muß man die Bodengemengtheile chemisch zerlegen.

Beispiel. Die Gemengtheile vom Thonboden sind Theilchen vom Thon; der Thon aber besteht aus der chemischen Verbindung von Thonerde mit Kieselsäure; diese beiden Stoffe sind also die entfernteren Bestandtheile des Thonbodens. — Um die verschiedenen Arten des Bodens geognostisch unterscheiden zu können, reicht die mineralogische Kenntniß der Bodengemengtheile schon aus; um aber die Fruchtbarkeit eines Bodens bestimmen zu können, ist es nothwendig, zu wissen, welche chemische Bestandtheile er enthält.

I. Von den chemischen Bestandtheilen der Erdkrume.

Je nach den Stoffen, von denen sie abstammen, zerfallen sie

a. in die aus Mineralien,

b. in die aus Organismenresten entstandenen, chemischen Stoffe.

1. Die aus der Zersetzung von Mineralien entstandenen, chemischen Bestandtheile.

§. 4.

Da die Erdkrume ein Zersetzungs- oder Umwandlungsprodukt von Mineralien ist, so wird sie dieselben chemischen Bestandtheile, aus denen die Krume erzeugenden Mineralien zusammengesetzt sind, zwar auch enthalten, aber unter andern Verbindungsverhältnissen, zum Theil auch unter anderen Formen. Ein Blick auf die Zusammenstellung der Felsgemengtheile im §. 84. und Verwitterungstafel im §. 85. der I. Abtheilung wird dies bestätigen. Die Arten des Feldspathes erscheinen dort als Doppelsalze von kieselsaurer Thonerde mit kieselsau-

rem Kali (oder Natron oder Kalkerde). Nach den genannten §§. wird bei der Zersetzung dieser Salze ihr Gehalt an kieselsauren Alkalien durch die atmosphärische Kohlensäure von der kieselsauren Thonerde getrennt und in kohlensaure Alkalien und freie lösliche Kieselsäure zerlegt, wodurch die kieselsaure Thonerde unter der Form von Thon zurückbleibt. Es wird demnach die aus den Feldspath-Arten entstandene Thonkrume unter sonst günstigen Verhältnissen außer der kieselsauren Thonerde zwar auch die Alkalien des Feldspathes noch enthalten, aber nicht mehr unter der Form von kieselsauren Salzen mit der kieselsauren Thonerde zu einem Doppelsalze verbunden, sondern als freie, im Wasser leicht lösliche uud darum leicht auslaugbare, kohlensaure Salze und außer ihnen auch noch die durch ihre Zerlegung freigewordene Kieselsäure, welche nun häufig als feiner Quarzsand auftritt.

§. 5.

Um überhaupt feste Resultate über die chemische Zusammensetzung der Mineralkrume zu erhalten, ist es nothwendig, einen Blick auf die chemischen Bestandtheile der Erdkrume bildenden Mineralien zu werfen. — Es erscheinen die sämmtlichen Mineralien, welche für die Bodenbildung von Wichtigkeit sind:

entweder als kieselsaure Doppelsalze, so die Arten des Feldspathes, der Albit, Labrador, Glimmer, Talk, Serpentin, Augit und die Hornblende — mit einem Worte: fast die sämmtlichen Gemengtheile der gemengten krystallinischen Felsarten;

oder als kohlensaure oder schwefelsaure Kalksalze, — so der Kalkstein, Mergel, Dolomit und Gyps;

oder als Schwefelmetalle — so der Eisenkies;

oder als Oxydule des Eisens;

oder endlich als fest gewordene Kieselsäure, so die sämmtlichen Arten des Quarzes.

Prüft man nun die Verwitterungstafel im §. 85. so wird man finden:

1) daß alle Doppelsalze, welche kieselsaure Thonerde enthalten, bei ihrer Verwitterung so zersetzt werden, daß nur noch kieselsaures Thonerdehydrat als Thon zurückbleibt, die übrigen, vorher mit dem genannten Salze verbundenen kieselsauren

Salze aber zum großen Theil in kohlensaure Kali-, Natron-, Kalk- oder Talksalze, und in Eisenoxyd (wenn anders kieselsaures Eisenoxydul vorhanden war) umgewandelt werden, wodurch die Kieselsäure frei wird, welche sich nun wieder, aber nicht chemisch, mit dem Thon verbindet.

2) daß diejenigen Doppelsalze, welche vorherrschend kieselsaure Magnesia oder kieselsaures Eisenoxydul enthalten, entweder bei ihrer Verwitterung keine eigentliche Thonkrume, sondern eine fettige, im äußeren Ansehen dem Thone ähnliche, aber chemisch verschiedene kieselsaure Talk- oder Eisenoxydkrume liefern, welcher ebenfalls die Alkalien als kohlensaure Salze beigemengt sind, — oder, wenn ihre Verwitterung unter Zutritt von viel wässeriger Kohlensäure Statt hatte, lauter lösliche kohlensaure Salze bilden, so daß von dem sich zersetzenden Doppelsalze oft nichts weiter übrig bleibt, als Eisenoxyd und etwa die Kieselsäure. Manche Hornblenden und Augite geben Beispiele dazu.

3) daß alle Mineralien, welche aus kohlensauren oder schwefelsauren Kalk- oder Kalk-Talksalzen bestehen, so der Kalkstein, Gyps und Dolomit, bei ihrer Verwitterung keine chemische Zersetzung weiter erleiden, sondern nur mechanisch zerkleinert, oder vom — Kohlensäure haltigen — Meteorwasser allmälig gelöst und bei dessen Entweichung als erdige Massen wieder abgesetzt werden; daß die Schwefelmetalle — so namentlich der Eisenkies — nicht in dieser Form, sondern als schwefelsaures Eisenoxydul, oder schwefelsaures Eisenoxyd im Mineralboden bestehen können, und meistens zur Bildung von schwefelsauren Kalk-, Talk- oder Kalisalzen Veranlassung geben.

4) daß endlich die nur aus Kieselsäure bestehenden Mineralien nur mechanisch zerkleinert werden und die mechanischen Sandbeimengungen der Erdkrume bilden.

§. 6.

Aus diesen Thatsachen ergeben sich für die chemische Zusammensetzung der Mineralkrume folgende Resultate:

1) Die gewöhnlich in der mineralischen Erdkrume vorkommenden chemischen Stoffe sind

a. aus der Ordnung der Säuren: die Kieselsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, seltner die Phosphor-, Salpeter- und Salzsäure.

b. aus der Ordnung der Salzbasen: die Oxyde des Eisens und Mangans, das Kali und Natron, die Kalk-, Talk- und Thonerde.

2) Unter diesen Stoffen zeigen sich als selbstständige Bodengemengtheile und auch in Verbindung mit den andern Stoffen die Oxyde des Eisens und die Kieselsäure; alle übrigen erscheinen nur unter der Form von Salzen, so die Thonerde mit Kieselsäure als Thon, die Alkalien und alkalischen Erden aber vorzüglich als kohlen- und schwefelsaure Salze.

3) Unter den im Allgemeinen wenig verbreiteten Verbindungen dieser Salze zu Doppelsalzen hat nur die kohlensaure Kalk-Talkerde eine große Bedeutung. Kieselsaure Doppelsalze dagegen kommen fast gar nicht vor und schwefelsaure Doppelsalze gelten nur als örtliche Erscheinungen.

4) Als selbstständige Bodengemengtheile treten unter den ebengenannten Salzen nur auf:

das kieselsaure Thonerdehydrat (als Thon), die kohlensaure Kalkerde, die kohlensaure Kalk-Talkerde, (die schwefelsaure Kalkerde).

5) Die Alkalisalze dagegen zeigen sich nur diesen Salzen beigemengt, nie aber als selbstständige Bodenbildungsmittel. Und da sie sehr leicht im Wasser löslich sind, so zeigen sie sich nur dann der entstandenen Erdkrume beigemengt, wenn bei ihrer Freiwerdung das Verwitterungswasser gleich wieder verdunstete oder die gebildete Erdkrume so abgelagert wurde, daß das Wasser mit seinen gelösten Alkalisalzen keinen Abzug hatte, also seinen Salzgehalt allmählig wieder absetzen mußte. Auch kommen sie nur als Beimengungen der kieselsauren Salze — und hauptsächlich der kieselsauren Thonerde — vor, da nur diese in den Mineralien mit Alkalien und alkalischen Erden verbunden erscheinen. — Welche von ihnen nun in denselben

vorkommen, das hängt von der chemischen Beschaffenheit der einzelnen Mineralien ab. Am reichsten erscheint in dieser Beziehung die aus der Verwitterung der Feldspath-Arten gebildete Thonkrume; weniger reich die Glimmer- und Hornblendekrume, und fast arm an Alkalien die Krume von reinem Augit, Serpentin und Talk. (Vgl. §. 84.)

§. 7.

Die bis jetzt aufgestellte chemische Zusammensetzung der Mineralkrume ist zwar nur aus der Zersetzung einfacher Mineralien abgeleitet; sie muß aber auch für die aus gemengten krystallinischen Felsarten und aus Trümmergesteinen gebildete Krume gelten. Denn da diese letzten beiden Arten von Felsarten Produkte aus der Verbindung einfacher Mineralien sind, so müssen sie auch bei ihrer Zersetzung im Allgemeinen dieselben chemischen Bodenbestandtheile liefern, welche die zusammensetzenden Mineralien erzeugten. Der einzige Unterschied, welcher hier eintritt, ist der, daß der Boden der gemengten krystallinischen Felsarten und Trümmergesteine die genannten Bodensalze in andern Quantitäts-Verhältnissen zeigt, und daß in ihm oft Salze von Alkalien und alkalischen Erden vorkommen, welche eine einzelne Mineralart nicht in der Art oder Zahl produciren kann, wie er sie enthält.

Beispiele. a. Reiner Augit liefert bei seiner Zersetzung eine thonähnliche, eisenschüssige Krume, in welcher kohlensaurer Kalk- und Talksalze, aber kein Alkalisalz vorkömmt. Labrador dagegen gibt eine Thonkrume mit kohlensauren Kalk- und Natronsalzen. Wenn nun diese beiden Mineralien sich zur gemengten Felsart — z. B. Basalt oder Dolerit — mit einander verbinden, so wird bei der Zersetzung dieser Felsart eine Erdkrume entstehen, welche

1) vom Augit
   eisenschüssigen Talkthon,
   kohlensauren Kalk
   und kohlensauren Talk;
2) vom Labrador
   Thon,
   kohlensauren Kalk
   und kohlensaures Natron

erhält, also vorzüglich aus eisenreichem Talk-Thon besteht, der namentlich Kalksalze und nächst diesen Talk- und Natronsalze enthält.

b. Gemeiner Feldspath besteht nach der Tafel im §. 84. aus kieselsaurer Thonerde und 16,59 Kali. Er wird also bei seiner Zersetzung einen Thonboden liefern, welcher 16,59 kohlensaures Kali enthal-

ten kann. — Der Glimmer besteht im reinen Zustande aus kieselsaurer Thonerde, 20 Talkerde, 7,5 Kali und etwas Eisenoxydul. Er wird also für sich allein eine mit Eisenoxyd, 20 Talk und 7,5 Kalisalzen untermischte Thonkrume bilden. — Der Quarz endlich ist Kieselsäure, welche bei der Verwitterung Quarzsand liefert. — Diese drei Mineral-Arten bilden zusammen den Granit. Wenn nun derselbe verwittert, so wird er eine Krume bilden, die

1) vom Feldspath kieselsaure Thonerde mit 16,59 kohlensaurem Kali;
2) vom Glimmer ebenfalls kieselsaure Thonerde mit 20 Talksalz, 7,5 Kalisalz und etwas Eisenoxyd und
3) vom Quarz Quarzsand

erhält und demnach aus kieselsaurer Thonerde besteht, welcher unter günstigen Verhältnissen 24,09 kohlensaures Kali (also viel mehr als im Feldspath oder Glimmer allein vorhanden), 20 Proc. Talkerdesalz (welches die Feldspathkrume allein nicht enthält), Eisenoxyd und Quarzsandbeigemenge sein können.

Diese Beispiele, welche eine Anleitung geben, wie man leicht mit Hülfe der Mineralbestandstafel im §. 84. der I. Abtheilung den ungefähren chemischen Bestand einer Erdkrume von irgend einer gemengten Felsart taxiren kann, — werden die oben ausgesprochenen Sätze nicht nur bestätigen, sondern auch auf die allgemeinen Gesetze hinleiten:

1) daß die Verwitterungskrume einer gemengten Felsart stets aus kieselsaurer Thonerde besteht, welcher in den meisten Fällen eine bestimmte Menge freier, löslicher oder erstarrter Kieselsäure, Eisenoxyd und Salze von Alkalien und alkalischen Erden beigemengt sind, deren Qualität und Quantität im Allgemeinen der Art und Summe dieser Salze von den einzelnen Mineralgemengtheilen dieser Felsart entspricht;
2) daß überhaupt die chemische Beschaffenheit einer Erdkrume von dem vorherrschenden Gemengtheile einer Felsart abhängt, so daß im Allgemeinen gelten kann: der Hauptgemengtheil einer Felsart bestimmt die chemische Beschaffenheit der aus der Verwitterung derselben hervorgehenden Erdkrume.

§. 8.

Außer den bis jetzt angegebenen, chemischen Bodenbestandtheilen finden sich in der Erdkrume häufig auch noch eine Art Salze, wel-

che — obwohl sie auch durch die Zersetzung thierischer Knochen und Excremente in den Boden gelangen, — doch hierher gezählt werden müssen, da sie sich unter der Verwitterungsprodukten vieler Felsarten vorfinden, ja, in den neueren Zeiten so häufig als Gemengtheile dieser letztern aufgefunden worden sind, daß es mehr als wahrscheinlich ist, daß diese Salze einen Bestandtheil der meisten Felsarten bilden. Es sind dies die phosphorsauren Salze.

Bemerkung. Der englische Chemiker Sullivan fand die Phosphorsäure im Muschelkalke und Dolomite aus der Gegend von Fulda, im Klingsteine und Augite der Rhön, im Glimmer vom Spessart, im Granite, Gneiße, Glimmer- und Chloritschiefer des Odenwaldes ꝛc.

Gewöhnlich treten diese Salze unter der Form von phosphorsaurer Kalk- oder Talkerde (so im Apatitspath und in vielen Mergeln) auf. — An sich weder durch die Kohlensäure oder den Sauerstoff, noch durch Meteorwasser auflöslich werden sie bei der Verwitterung nur mechanisch aus dem sich zersetzenden Mineralgemenge ausgeschieden; sobald sie aber bei ihrem Freiwerden mit kohlensaurem Kali oder mit dem kohlensauren Ammoniak der Luft in Berührung kommen, werden sie zersetzt, indem diese Alkalien die Phosphorsäure jener Salze an sich ziehen und dafür die Kohlensäure an die Kalk- und Talkerde abgeben, so daß nun leicht lösliche phosphorsaure Alkalisalze und unlösliche kohlensaure Kalk- oder Talkerde entstehen.

Ueber die Eigenschaften der phosphorsauren Salze vergleiche die Nebenbestandtheile des Bodens und den chemischen Abschnitt §. 30. in der I. Abtheilung.

---

2. Die aus der Verwesung organischer Reste entstehenden chemischen Bestandtheile der Erdkrume.

§. 9.

Wie das Mineral, so fällt auch der Körper eines jeden Organismus, sobald die Lebenskraft aus ihm entwichen ist, der zerstörenden und umwandelnden Kraft des von bestimmten (8° — 20°) Wärmegraden unterstützten und mit Feuchtigkeit verbundenen Sauerstoffs anheim. Dieser wandelt denselben nun durch den Verwesungsproceß —

ähnlich wie das Mineral durch die Verwitterung — in erdige Substanzen um, die zum Theil den Verwitterungsprodukten der Mineralien ganz gleich, zum Theil aber auch von ganz anderer Beschaffenheit sind und im Allgemeinen die größte Aehnlichkeit mit den kohligen und aschenartigen Substanzen haben, die bei der Verbrennung eines organischen Körpers zum Vorschein kommen. — Zur genauern Kenntniß der Entstehung dieser Verwesungsprodukte ist es nöthig, einen Blick auf die Zusammensetzungsstoffe des Organismenkörpers und auf den Verwesungsprozeß selbst zu thun.

§. 10.

Die Körpertheile sämmtlicher Organismen erscheinen ihren Hauptbildungsstoffen nach entweder als Produkte von mit einander verbundenen chemischen Elementarstoffen oder als Produkte von Salzen der Alkalien und alkalischen Erden. Jene aus Elementen gebildeten Substanzen bestehen:

entweder aus Sauerstoff (O), Wasserstoff (H), und Kohlenstoff (C),

so namentlich die vegetativen Organe des Pflanzenkörpers,

z. B. die Pflanzen- oder Holzfaser, welche in 100 Theilen enthält:

beim Fichtenholz: 45,75 C; 47,57 O; 6,68 H.
— Buchenholz: 51,45 C; 42,73 O; 5,82 H.
— Eichenholz: 52,53 C; 41,78 O; 5,69 H.

ferner das Stärkemehl, der Zucker, die Harze; außerdem die meisten Dele und Fette des Thier- und Pflanzenkörpers:

oder aus Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff (N.);

so vorzüglich die Proteïnstoffe des Thier- und Pflanzenkörpers, deren Grundstoff, das Proteïn, in 100 Theilen 54,86 C; 6,87 H; 16,16 N; 22,11 O enthält und zu denen das Eiweiß (Albumin), der Kleber (Gluten), Käsestoff (Caseïn), der thierische Faserstoff (Fibrin), der Blutfarbestoff (Hämatin) und der Blutkügelchenstoff (Globulin) gehören. Unter ihnen sind die drei ersteren ein Eigenthum nicht blos des Thieres, sondern auch der Pflanze, in deren Säften und ölreichen Samen sie stets enthalten sind; die drei letzteren

dagegen nur des thierischen Blutes, Fleisches, Muskels und Nervs. Außerdem gehört noch hierher der Harnstoff ꝛc.

Die aus Salzen gebildeten Substanzen dagegen, zu denen die Knochen, Klauen, das Horn, die Haare und die Zähne der Thiere ꝛc. gehören, zeigen als Hauptbestandtheil vorzüglich die phosphorsaure Talk- oder Kalkerde. — Als chemische Beimengungen sowohl dieser, als jener Substanzen erscheinen verschiedene Salze von Alkalien und alkalischen Erden, oft auch Oxyde von Eisen, Kieselsäure, ja selbst Schwefel und Phosphor.

§. 11.

So lange die Lebenskraft in einem Organismentheile waltet, hält sie jene chemischen Stoffe so innig und fest verbunden, daß in keinem derselben die Wahlverwandtschaft zu einem andern, außer ihrer Verbindung befindlichen, Stoffe — z. B. zum Sauerstoffe — rege werden kann; sobald aber diese Kraft den Organismus verläßt, dann machen sich die Gesetze der chemischen Wahlverwandtschaft geltend, in Folge deren sich nun jeder der früher durch die Lebenskraft zusammengehaltenen Stoffe denjenigen zur Verbindung auswählt, zu welchem er die größte Verwandtschaft hat.

Unter den im §. 10. beschriebenen Organismenstoffen zeigt sich nun in dieser Beziehung ein großer Unterschied. Die unter der Form von Salzen auftretenden Stoffe nämlich sind schon durch Wahlverwandtschaft verbunden; sie werden daher nur dann umgewandelt oder zersetzt werden können, wenn Stoffe, die noch stärkere Wahlverwandtschaft zu einem ihre Bestandtheile haben, auf sie einwirken. Bei den phosphorsauren Salzen vermögen dies nur die kohlensauren Alkalien — z. B. das kohlensaure Ammoniak (vgl. §. 8.). Diese Salze werden daher nur dann durch den Verwesungsprozeß zersetzt werden können, wenn entweder die sie umgebende Atmosphäre oder die übrigen verwesenden Stoffe viel kohlensaures Ammoniak hergeben können. — Auf die übrigen Salze, welche meist als kohlensaure Alkalien auftreten, kann aber nicht einmal die Atmosphäre einwirken; sie werden darum auch bei dem Verwesungsprozesse unverändert zurückbleiben, wenn die mit ihnen verbundenen Stoffe zersetzt werden. — Man kann daher mit vollem Rechte die Salze der organischen Substanzen unverwesbare oder fixe Bestandtheile nennen.

Anders ist es dagegen mit den aus luftförmigen Elementarstoffen gebildeten organischen Substanzen. Von den Stoffen, welche in ihnen durch die Lebenskraft im Verbande gehalten werden, hat jeder einzelne zu einem andern im Verbande stehenden eine besondere Wahlverwandtschaft, und die meisten derselben haben noch eine solche Verwandtschaft zum atmosphärischen Sauerstoff. Sobald daher die Lebenskraft jene Stoffe nicht mehr zusammenhält, so folgt auch jeder seiner besonderen Wahlverwandtschaft, in Folge deren die aus ihnen gebildete organische Substanz in mehrere andere theils luftförmige, theils erdige Stoffe umgewandelt wird.

§. 12.

Dies vorausgesetzt werden sich nun für den Umwandlungsprozeß der leblosen organischen Substanzen in Erdkrumebestandtheile folgende Resultate ergeben:

I. Wenn die Zersetzung dieser Massen unter Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes Statt hat, also beim eigentlichen Verwesungsprozesse:

1) Wenn die organische Masse aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht und mehrere alkalische Salze beigemengt enthält:

a. Unter den in Verbindung stehenden Stoffen hat der Wasserstoff die größte Verwandtschaft zum Sauerstoff der Atmosphäre; er verläßt deshalb seine Verbindung und verbindet sich mit dem Sauerstoff zu Wasser (erstes Produkt der Verwesung).

b. Durch diese Losreißung des Wasserstoffs ist die bestehende Verbindung aufgelockert worden; in Folge davon verbindet sich der Sauerstoff mit einem Theile des Kohlenstoffs, und zwar in dem Verhältnisse, daß sich stets 72,727 Theile Sauerstoff mit 27,273 Theilen Kohlenstoff verbinden zu Kohlensäure (zweites Produkt der Verwesung);

c. der übrige Theil des Kohlenstoffs, welcher nicht vom Sauerstoffe zur Kohlensäurebildung verwendet worden ist, bleibt zurück als eine schwarze, erdige, koh-

lige Subſtanz. — Verweſungskohle [reines Humus] (drittes Produkt).

2) Wenn die organiſche Maſſe aus Sauerſtoff, Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Stickſtoff beſteht:

a. In dieſem Falle verbindet ſich nur ein Theil des Waſſerſtoffes mit dem atmoſphäriſchen Sauerſtoff zu Waſſer, ein anderer Theil dieſes Gaſes aber wird von dem eben frei werdenden Stickſtoff angezogen, und zwar in dem Verhältniſſe, daß ſich ſtets 17,65 Waſſerſtoff mit 82,35 Stickſtoff verbinden, und bildet

Ammoniak.

Dieſes Verweſungsprodukt verbindet ſich mit der gleichzeitig durch die Vereinigung des Sauerſtoffs mit einem Theil des Kohlenſtoffs entſtehenden Kohlenſäure zu

kohlenſaurem Ammoniak,

welches von dem nun als letzten Verweſungsprodukt übrig bleibenden Humus mechaniſch angezogen wird.

II. Wenn die Zerſetzung der eben genannten organiſchen Maſſen an Orten vor ſich geht, zu welchen kein atmoſphäriſcher Sauerſtoff gelangen kann (z. B. unter Waſſer, tief im Thonboden), alſo beim Prozeſſe der Fäulniß.

Da der Waſſerſtoff dieſer Subſtanzen keinen atmoſphäriſchen Sauerſtoff anziehen kann, ſo muß hier eine andere Zerſetzungsart vor ſich gehen.

a. Durch die große Verwandtſchaft des Waſſerſtoffs zum Sauerſtoff und auch zum Kohlenſtoff wird zuerſt die Verbindung ſämmtlicher Stoffe gelockert, alsdann verbindet ſich:

a. ein Theil des Waſſerſtoffs mit einem entſprechenden Theile des Sauerſtoffs zu Waſſer (erſtes Produkt);

b. ein zweiter Theil des Waſſerſtoffs mit einem entſprechenden Theile des Kohlenſtoffs zu Kohlenwaſſerſtoffgas (zweites Produkt).

b. Da nur ein Theil des Sauerſtoffs vom Waſſerſtoff zur Waſſerbildung verbraucht worden iſt, ſo verbindet ſich nun

der noch übrige Theil jenes Gases mit einer entsprechenden Menge des noch übrigen Kohlenstoffs zu etwas Kohlensäure (drittes Produkt).

c. Aber trotz des Verbrauchs von Kohlenstoff zur Bildung von Kohlenwasserstoff und Kohlensäure ist doch noch Kohlenstoff übrig und dieser bildet nun wieder jene schwarze kohlige Masse — die Verwesungskohle oder den Humus (viertes Produkt).

§. 12.

Nach den eben mitgetheilten Resultaten werden also durch den Zersetzungsprozeß von organischen Stoffen in allen Fällen folgende Produkte geliefert: Wasser, Kohlensäure, Humus, und wenn die organische Substanz Stickstoff enthält, Ammoniak. Nun ist aber schon im §. 10. mitgetheilt worden, daß die sämmtlichen organischen Massen, welche aus der Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und auch Stickstoff bestehen, stets eine größere oder geringere Menge der verschiedenartigsten Salze von Alkalien und alkalischen Erden und auch wohl Säuren chemisch beigemengt enthalten. Im §. 11. wurde darauf gezeigt, daß die Salze durch den Verwesungsprozeß im Allgemeinen nicht umgeändert oder zersetzt werden. Aus Allem diesen folgt, daß, wenn organische Massen zersetzt werden, 1) diese Zersetzung nur an der Verbindung jener luftförmigen Bestandtheile vor sich geht, und 2) die chemisch beigemengten Salze nur noch dem letzten Produkt des Zersetzungsaktes, dem Humus, — ähnlich wie beim Verbrennungsprozesse die Asche der Kohle — so lange beigemengt sind, bis auch dieses in Kohlensäure aufgelöst worden ist. Es kommt demnach zu obengenannten Produkten des Verwesungsaktes noch eine größere oder geringere Quantität von Kieselerde, Metalloxyden und Salzen, deren chemische Zusammensetzung und Menge je nach der Art des Organismus verschieden ist. — Im Folgenden sollen nun diese Verwesungsstoffe näher betrachtet werden.

§. 14.

Nach dem Vorigen hat man also unter dem Humus (Verwesungskohle) weiter nichts zu verstehen, als die schwarzbraune, mit einer größern oder kleinern Quantität verschiede-

ner Säuren und Salze, namentlich aber mit Ammoniak untermengte, kohlenstoffreiche Substanz, welche bei der vollständigen Zersetzung organischer Massen als letztes Produkt, und zwar in um so größerer Quantität übrig bleibt, je kohlenstoffreicher die ihn producirende organische Substanz ist.

Zusätze. 1) Da der Verwesungsprozeß dem Verbrennungsprozesse einer Substanz ganz ähnlich ist, indem bei beiden ein und dieselben Agentien — bei dem letztern nur in viel stärkerem Grade — thätig sind, so müssen sie auch beide ganz ähnliche Produkte: Kohle und Asche liefern. Will man sich daher die Verwesung versinnlichen, so verbrenne man eine organische Substanz und prüfe sorgfältig die einzelnen Produkte. Man wird hierdurch zugleich auch im Allgemeinen das Verhältniß der Menge, in welcher die verbrannte Masse Verwesungskohle und Asche producirt, erfahren. Je weniger Kohle und je mehr Asche bei der Verbrennung, z. B. einer Pflanzenmasse, übrig bleibt, desto weniger Verwesungskohle, aber desto mehr Salze wird sie bei ihrer Zersetzung hinterlassen. Recht deutlich sieht man dies bei der Verbrennung von den Blättern und dem Holze der Buche oder Eiche.

2) Um einen ungefähren Ueberschlag von der Menge der Verwesungskohle, welche irgend eine Substanz bei ihrer Zersetzung producirt, machen zu können, muß man die Menge des Sauerstoffs und Kohlenstoffs, aus welcher diese Substanz besteht, kennen. Weiß man diese, so sucht man nach dem im §. 12. angegebenen Gewichtsverhältnisse (72,727 Theile Sauerstoff verbinden sich stets mit 27,273 Theilen Kohlenstoff) die Menge der Kohlensäurebildung zu ermitteln. Was dann noch vom Kohlenstoffe der Substanz übrig bleibt, ist das ungefähre Quantum der sich bildenden Verwesungskohle. Ein Paar Beispiele mögen dies verdeutlichen:

a. Nach Gay Lussac enthält der Faserstoff des Eichenholzes: 52,53 K; 41,78 S; 5,69 W. Wenn nun 72,727 Sauerstoff, 27,273 Kohlenstoff zur Kohlensäurebildung brauchen; wie viel brauchen dann 41,78 Sauerstoff von 52,53 Theilen Kohlenstoff? von

$$72{,}727\ \text{S} : 27{,}273\ \text{K} = 41{,}78\ \text{S} : x\text{K}$$

$$x\text{K} = \frac{27{,}273 \times 41{,}78}{72{,}727} = 15{,}68\ \text{K}.$$

Es werden demnach die 41,78 S. von den 52,53 K. des Eichenfaserstoffs 15,68 Theile K. zur Kohlensäurebildung verwenden und folglich noch 36,85 Theile Kohlenstoff als reine Verwesungskohle übrig bleiben.

b. Nach G. L. enthält der Faserstoff des Buchenholzes: 51,45 K; 42,73 S; 5,82 W. Von den 51,45 K. wer-

den die 42,73 S. 16,037 Theile zur Kohlensäure verbrauchen; es wird demnach 35,413 reine Verwesungskohle übrig bleiben.

c. Der Faserstoff des Weidenholzes, welcher nach W. Prout 49,80 K; 44,62 S; 5,58 W. enthält, giebt 33,07 Verwesungskohle.

In diesen Beispielen ist blos die durch die Faserstoff-Zersetzung entstehende Menge der Verwesungskohle angegeben. Aber nun besteht ja der Pflanzenkörper nicht blos aus Faserstoff, sondern er enthält in seinen Zellen und Gefäßen auch noch eine Menge anderer Stoffe — z. B. Stärkmehl, Gummi, Zucker, Harze, Oele ꝛc., — die ebenfalls bei ihrer Zersetzung noch Verwesungskohle geben. Es können mithin die obigen Beispiele nur ganz im Allgemeinen den ungefähren Maßstab zur Beurtheilung der Menge von Verwesungskohle, welche verschiedene Pflanzen und Pflanzentheile bei ihrer vollständigen Zersetzung liefern, abgeben.

§. 15.

Der reine Humus bildet beim vollständigen Austrocknen, welches bei etwa 60° R. oder durch starken Frost herbeigeführt wird, eine im Wasser unlösliche Masse, die sich allmählig so stark zusammenzieht, daß sie in unregelmäßige Stückchen von muscheligem Bruche und glänzend-schwarzer Farbe zerfällt. Er besitzt unter allen Bestandtheilen der Erdkrume die stärkste Wasseranhaltungskraft und das größte Vermögen, Gase und Feuchtigkeit aus der Atmosphäre an sich zu ziehen, ohne dadurch zu erweichen oder flüssig zu werden. Vom Wasser wird er überhaupt nur dann aufgelöst, wenn dieses kochend ist. Er bildet alsdann eine goldgelbe Auflösung, welche aber bei der Berührung mit der Luft sich nach und nach entfärbt und dabei einen schwarzbraunen, flockigen Niederschlag bildet. Dasselbe geschieht auch, wenn eine solche Auflösung gefriert oder wenn man ihr unorganische Säuren oder Salze mit alkalischer Basis zusetzt. — Zum Sauerstoff hat er eine so starke Verwandtschaft, daß er denselben seiner ganzen Umgebung entzieht, um mit ihm verbunden Kohlensäure zu bilden. Durch diesen Prozeß aber nimmt er immer mehr an Masse ab, bis sich auch seine letzte Spur noch in Kohlensäure verwandelt hat und nun von ihm nichts weiter übrig geblieben ist, als seine aus Salzen bestehende Begleitung.

§. 16.

Der reine Humus ist eigentlich eine innige chemische Zusammensetzung von zwei verschiedenen Stoffen. Der eine dieser Stoffe bleibt bei der Behandlung mit alkalischen Auflösungen ganz unverändert und wird Humuskohle, Humin, oder auch wohl Moder (Ulmin) genannt; der andere dagegen bildet bei der Behandlung mit Auflösungen von Alkalien und alkalischen Erden eine Säure, welche Humus- oder Huminsäure genannt wird, und sich mit diesen Basen zu humussauren Salzen verbindet. — Diese Salze sind alle im Wasser mehr oder weniger löslich und färben dann dasselbe schwarzbraun, wenn sie stark auflöslich sind (so die humussauren Alkalien), oder wein- bis blaßgelb, wenn sie nur sehr schwach gelöst werden (so die humussauren Erden). Durch stärkere Säuren — z. B. Schwefel- und Salzsäure, — werden sie in der Art zersetzt, daß sich schwefel- oder salzsaure Salze bilden und die Humussäure frei wird. Ebenso werden sie durch die Eisenoxyde und Thonerde ihrer Säure beraubt. Daher werden humussaure Salze so selten und nur dann in einem Boden vorgefunden, wenn das in ihm vorhandene Oxydul und Oxyd des Eisens schon mit Humussäure gesättigt ist. An der Luft erleiden sie ebenfalls eine allmählige Zersetzung, indem die Humussäure sich mit dem Sauerstoffe derselben zu Kohlensäure umwandelt. Besitzen nun die vorher mit der Humussäure verbundenen Basen Verwandtschaft zur Kohlensäure, so verbinden sie sich mit derselben zu kohlensauren Salzen. — Endlich trennt sich die Humussäure auch von ihren Basen, wenn eine wässerige Auflösung von humussauren Salzen gefriert.

Bemerkung. In der Chemie unterscheidet man vier Arten humusartiger Materien: das Ulmin, Humin, die Ulmin- und Huminsäure. Die beiden ersten sind in verdünnten Alkalien unlöslich; die beiden letzten dagegen werden durch diese Basen mit brauner Farbe gelöst und durch Säuren als bräunliche Gallerte wieder gefällt. Durch längeres Kochen mit einer weniger verdünnten Säure gehen Ulmin und Ulminsäure in Huminsäure über. In der Dammerde, im Torf ꝛc. sind Ulmin- und Huminsäure mit Ammoniak vereinigt enthalten. (Vergl. Wöhler's Grundriß der organischen Chemie S. 75.)

§. 17.

Es giebt nur eine einzige Art von reinem Humus. Alle verschiedenen Arten desselben, welche man gewöhnlich angeführt findet — wie adstringirender, harziger, kohliger und saurer Humus —, werden nur dadurch herbeigeführt, daß den verwesenden Stoffen die zur Bildung des reinen Humus gehörigen Agentien fehlen, sei es nun, daß entweder der nothwendige Luftzutritt — so in Sümpfen, in nassem, sich verschließendem Boden, unter einer dicken, papp- oder filzartigen Laub-, Gras- oder Moosdecke —, oder die nöthige Feuchtigkeit — so auf dürrem Fels-, Kalk- oder Sandboden — oder die gehörige Wärme, oder endlich die zur Bindung der Humussäure nöthigen Alkalien und alkalischen Erden — so wieder in Sümpfen, in dick auf einander liegenden Laubdecken, im Sandboden — fehlen.

Zusätze. Die Praxis lehrt, daß der Humus sich nicht immer in seinen Eigenschaften gleich bleibt und nimmt darum mehrere Arten desselben an, welche sie nach folgenden Merkmalen unterscheidet:

a. nach den verschiedenen Organismen, welche den Humus produciren (animalischer und vegetabilischer Humus). Die aus thierischen Substanzen gebildete Humusmasse hat nach Schübler einen scharfen, ammoniakalischen Geruch, eine mehr in's Gelbbraune spielende Farbe, größere Auflöslichkeit im Wasser, welche sie weder durch Frost, noch durch Austrocknung in dem hohen Grade, wie der vegetabilische Humus verliert, ein geringeres spezifisches Gewicht, größere Wasserhaltigkeit und Feuchtigkeitsanziehung, leichtere Zersetzbarkeit und überzieht sich bei ihrer theilweisen Verflüchtigung mit einzelnen feinen Haarkrystallen von salpetersaurem Ammoniak. — (Der ganze Unterschied zwischen diesem mineralischen und dem vegetabilischen Humus liegt demnach in dem größeren Stickstoffgehalte und den hierdurch producirten Stoffen, Ammoniak, Stickoxydgas, Salpetersäure des erstern Humus).

b. nach den chemisch beigemengten Stoffen des Humus (adstringirender, Wachs- und harziger Humus). — Baumarten, welche in ihren Organen Gerbestoff und Gallussäure enthalten, wie die Buche und namentlich die Eiche, geben bei Mangel von Sauerstoff (wie dies bei Laubdecken oft der Fall ist) oder Alkalien einen Humus, welcher Gerbestoff und Gallussäure enthält. Man nennt diese Art adstringirenden Humus. Eine Auflösung davon fällt eine Eisenauflösung mit schwarzer Farbe und röthet Lackmuspapier. — In der That ist diese Art Humus aber weiter nichts, als ein noch nicht ganz

zersetzter Humus, denn bringt man ihn mit zersetzenden Stoffen — z. B. mit Luft, Feuchtigkeit und alkalischen Erden — in Berührung, so verliert er seine adstringirenden Eigenschaften und wird zu gewöhnlichen Humus. — Gewächse, welche wachs- oder harzartige Stoffe enthalten, geben bei ihrer Zersetzung einen Humus, welcher ebenfalls Wachs- und Harzstoffe enthält. Dieser Wachs- oder Harzhumus, welcher vorzüglich durch Gewächse aus der Familie der Ericaceen gebildet wird, ist im ausgetrockneten Zustande ziemlich hart, und erhält mit dem Fingernagel gerieben einen Wachsglanz. Heißer Alkohol zieht die genannten Stoffe an sich und läßt beim Erkalten das Wachs und beim Zusatz von Wasser das Harz fallen. Kohlensäure und Aetzkali wirken ebenso wie der Weingeist. — Auch dieser Humus ist als ein noch nicht vollständig zersetzter zu betrachten, der sich namentlich an Orten bildet, wo entweder der Sauerstoff oder die zur Verwesung gehörige Feuchtigkeit fehlen. Gibt man ihm diese Agentien oder Alkalien oder alkalische Erden, so wird er zu gewöhnlichen Humus.

c. nach den Orten, wo der Humus entsteht (saurer und verkohlter Humus). Fehlen einem Orte, wo sich Pflanzen zersetzen, die für die humussaure Salzbildung nöthigen Alkalien oder Erden, wie z. B. dem Sumpf- und Torfboden, so bleibt die Humussäure mit der Humuskohle verbunden. Enthält ein solcher Humus sehr viel Humussäure, so wird er gewöhnlich saurer Humus genannt. Wasser, welches auf ihm stagnirt, färbt sich bald gelb oder gelbbraun, indem sich etwas Humussäure in demselben auflöst. Er wird hauptsächlich durch die Fäulniß von Moosen aus der Familie Sphagnum, von Sumpfheiden, sogenannten sauren Gräsern (Scirpus, Juncus) ꝛc. gebildet und wandelt sich in reinen Humus um, sobald man ihn der Luft aussetzt und ihm Alkalien gibt, welche sich mit der Humussäure verbinden. — Es kann aber auch noch auf eine andere Weise saurer Humus entstehen. Wenn nämlich eine mit Humus untermengte Erdkrume viel kieselsaure Alkalien und verwitternden Schwefelkies enthält, so entziehen zuerst die kieselsauren Alkalien dem Humus seine Säure und bilden humussaure Alkalien. Wird nun durch Zersetzung des Schwefelkieses die Schwefelsäure frei, so trennt diese die eben gebildeten Humussalze wieder und es entstehen schwefelsaure Salze und freie Humussäure Darin liegt der Grund, warum man in dem aus Diorit, Thonschiefer, Schieferthon und Granit entstehenden Thonboden oft freie Humussäure vorfindet.

Fehlen dagegen einem Orte, wo Humus entsteht, die zur Anziehung der Humussäure bestimmten Alkalien und die gehörige Feuchtigkeit, und ist ein solcher Ort sowohl der Hitze als dem Froste sehr stark ausgesetzt, wie dies namentlich beim Sandboden vorkommt, so bil-

det sich eine fast schwarze und beinahe ganz unlösliche Humusart, die man verkohlten Humus oder auch wohl Pflanzenmehl nennt. Er ist gewöhnlich sehr arm an Salzen, enthält vorherrschend Kieselerde und bildet sich gewöhnlich aus dürren Gräsern (Borstengräsern), Heidearten, Moosen aus der Familie Hypnum, aus den Nadeln der Zapfenbäume, namentlich der Kiefern ꝛc. — Der Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt wird er nur ganz langsam in gewöhnlichen Humus umgewandelt. Durch Zusatz von Alkalien kann diese Umwandlung beschleunigt werden.

Endlich kommt unter dicken Laubdecken noch eine Art Humus vor, den man wilden Humus nennt, weil er Samen, die auf ihn zu liegen kommen, nie zur Keimung kommen läßt und sie bald mit einer weißen Moderrinde überzieht. Er ist ganz schwarz, im Wasser etwas löslich und riecht stark nach Moder. Auch dieser Humus wird zu reinen, sobald man die ihn pressende Laubdecke entfernt. Die Ursache seiner Erscheinung sind eben die ihn gegen allen Luftwechsel abschließenden dicken Laubmassen. Diese sind in allen Fällen ein Hinderniß der vollständigen Humusbildung:

1) weil sie die aus dem sich bildenden Humus entstehende Kohlensäure fest bannen, so daß diese nun selbst wieder eine den Sauerstoff abhaltende Hülle um die verwesende Pflanzenmasse bildet;
2) weil sie zu ihrer eigenen Zersetzung allen Sauerstoff an sich ziehen und ihn nicht zu den tiefern Lagen des Laubes dringen lassen.

§. 18.

Nächst der reinen Verwesungskohle sind die mit ihr verbundenen Salze und Säuren als die wichtigsten Verwesungsprodukte zu betrachten; ja, sie sind es, die der Verwesungskohle selbst erst ihren großen Werth für die Pflanzenernährung geben. Diese mit dem Humus eng verbundenen Säuren und Salze sind hauptsächlich die Kiesel-, Phosphor-, Schwefel-, Salz- und Kohlensäure und die Verbindungen derselben mit Alkalien und alkalischen Erden. Bei diesen Nebenprodukten der Verwesung ist nun vor allen Dingen festzuhalten, daß — wie auch schon im §. 13 bemerkt worden ist —

1) die Menge eines und desselben Salzes bei verschiedenen Pflanzen und verschiedenen Theilen einer und derselben Pflanze verschieden ist; und
2) die Menge eines und desselben Salzes, welches ein und derselbe Organismentheil bei seiner Zersetzung liefert, theils von dem Alter dieses Theils, theils von der Jahreszeit, in welcher

derselbe sich zersetzt, theils auch von seiner Umgebung bestimmt wird.

Folgende, theils von Bouſſingault, theils von Sauſſure gemachten Erfahrungen, in denen die Summe der Salze und Säuren unter dem Namen Asche betrachtet ist, werden das eben Ausgesprochene bestätigen.

Es gaben a. nach Bouſſingault:

100 Theile	Weizenkörner	.	2,4	Asche
" "	Weizenstroh	. .	7,0	"
" "	Roggenkörner	.	2,3	"
" "	Roggenstroh	. .	3,6	"
" "	Haferkörner	. .	4,0	"
" "	Haferstroh	. .	5,1	"
" "	gelbe Erbsen	.	3,1	"
" "	Erbsenstroh	. .	11,3	"

b. nach Sauſſure:

100 Theile	Eichenblätter	. .	5,5	"
" "	Eichenholz	.	0,2	"
" "	Eichenrinde	. .	6,0	"
" "	Pappelblätter	.	9,3	"
" "	Pappelrinde	. .	7,2	"
" "	Pappelholz	.	0,8	"
" "	Haselnußblätter	.	7,0	"
" "	Haselnußrinde	.	6,2	"
" "	Haselnußholz	. .	0,5	"
" "	Tannenblätter	.	6,28	"
" "	Tannenrinde	. .	6,2	"
" "	Tannenholz	.	0,5	"

Ferner enthielten nach Sauſſure:

100 Theile	Eichenblätter	vom	10. Mai	5,3	Asche.
" "	"	"	27. Sept.	5,5	"
" "	Pappelblätter	"	26. Mai	6,6	"
" "	"	"	12. Sept.	9,3	"
" "	Haselblätter	"	1. Mai	6,1	"
" "	"	"	2. Juni	6,2	"
" "	"	"	20. Sept.	7,0	"

100 Theile Weizenpflanzen 1 Monat vor der Blüthe 7,9 „
„ „ „ in der Blüthe 5,3 „
„ „ „ mit reifen Samen 3,3 „

Daß auch der Boden einen großen Einfluß auf die Qualität und Quantität der Verwesungssalze hat, ist klar, da ja die Pflanze dieselben erst von der Erdkrume empfängt. Folgendes, aus Petzholdt's Agrikulturchemie entlehnte Beispiel wird dies noch mehr bestätigen:

100 Theile Asche von Reben, welche gezogen waren auf:

gaben:	einem aus verschiedenen Schieferarten gemischten Boden.	Glimmerschiefer.	Kalkboden.
Kali	34,3	26	24,93
Natrum	7,59	8,57	7,00
Kalk	30,28	31,78	35,94
Magnesia	4,66	9,16	7,12
Eisenoxyd	0,16	0,19	0,24
Schwefelsaurer Kalk	4,02	4,13	4,02
Phosphorsäure	16,35	16,87	19,55
Kieselsäure	1,45	2,48	0,62
Chlornatrium	0,83	0,41	0,58

§. 19.

Schon bei einem flüchtigen Blick auf die im vorigen §. genannten Salze ergibt es sich, daß diese Art von Verwesungssalzen ganz dieselbe ist, welche auch durch die Verwitterung der Mineralien der Erdkrume übergeben wird. Sie bedarf daher weiter keiner Erwähnung. Aber außer ihr produzirt jede sich zersetzende Organismensubstanz noch eine Reihe von Salzen, welche der reinen Mineralkrume ganz fremd sind. Es sind dies 1) die Salze mit organischen Säuren — z. B. mit Essig-, Klee-, Gerb- und Humussäure, — und 2) die Salze mit ammoniakalischer Basis. Unter den Salzen mit organischen Säuren kommen die humussauren Salze am meisten im Boden vor. Sie bedürfen hier aber keiner weitern Erwähnung, da ihre Eigenschaften schon im §. 16 erklärt worden sind. Es bleiben demnach noch die Ammoniaksalze zu erörtern übrig.

§. 20.

Das Ammoniak, jenes luftförmige Alkali, dessen schon im §. 25 des ersten Theiles gedacht worden ist und unter dessen Eigenschaften vorzüglich der stechende, den Athem benehmende Geruch, der scharfe alkalische Geschmack und seine Brennbarkeit (obgleich es selbst den Verbrennungsprozeß nicht unterhält) zu erwähnen sind, — wird von dem Wasser um so begieriger eingesogen, je niedriger dessen Temperatur ist. (1 Maß Wasser nimmt bei 10 Grad Wärme 670 Maß [also fast die Hälfte seines Gewichtes] Ammoniak auf.) In dieser Verbindung zeigt es seine alkalischen Eigenschaften um so stärker, je mehr das Wasser mit ihm gesättigt ist. Es erregt alsdann einen brennend scharfen Geschmack und Blasen im Munde. — Bemerkenswerth ist die Verwandtschaft des Ammoniaks zu den Oxyden des Eisens und zum Thon, durch welche Stoffe es so begierig angezogen und gebunden wird, daß man schon die Behauptung aufgestellt hat, daß namentlich feuchtes Eisenoxydul, durch Zerlegung der Feuchtigkeit Veranlassung zu Ammoniakbildung gebe. (Vergl. Jahrbuch für praktische Pharmacie von D. Herberger und D. Winkler XI. Heft VI. 1844.)

Gebrannter Thon zeigt diese Ammoniakanziehung ebenfalls sehr stark. Da sowohl das Eisenoxyd als auch die Thonerde in der Glühhitze die Eigenschaften von Säuren annehmen, wenn sie mit Alkalien in Berührung kommen, so läßt sich diese Erscheinung als eine Art Salzbildung betrachten.

§. 21.

Zu den Säuren hat das Ammoniak eine sehr große Verwandtschaft; es neutralisirt dieselben vollständig und verbindet sich mit ihnen zu Salzen, welche den Kalisalzen sehr ähnlich, meist im Wasser sehr leicht löslich sind, einen stechend-salzigen Geschmack haben, mit andern Salzen gern Doppelsalze bilden, einen weißen Nebel zeigen, wenn man einen mit Salzsäure benetzten Körper über ihre Auflösungen hält, und beim Vermischen mit salzsaurem Platin einen gelben, körnigen, im Wasser leicht löslichen Niederschlag bilden. — Soll es sich mit Sauerstoffsäuren verbinden, so ist jederzeit die Gegenwart von Wasser nothwendig; mit Wasserstoffsäuren dagegen verbindet es sich auch ohne Hülfe des Wassers. — Mit den humusartigen Stoffen geht es eine sehr leicht lösliche und — wenn sehr viel Humus vorhanden ist

— eine schwer lösliche Verbindung ein. — Die wichtigsten unter den Ammoniaksalzen sind folgende:

a. Ammoniaksalze mit Sauerstoffsäuren.

1) Das kohlensaure Ammoniak, ein an sich geruchloses Salz, welches aber in feuchter Luft gleich den bekannten Ammoniakgeruch annimmt, indem es Aetzammoniak frei werden läßt, — entwickelt sich überall, wo stickstoffhaltiger Dünger verwest. Am auffallendsten zeigt sich dies beim faulenden Harnstoffe, welcher blos Feuchtigkeit anzuziehen braucht, um sich in dasselbe zu verwandeln. Ueberhaupt lehrt die Erfahrung, daß mehr die flüssigen, als festen thierischen Excremente kohlensaures Ammoniak produciren. — Es ist ein sehr flüchtiges Salz, welches um so leichter aus den verwesenden Thierstoffen entweicht, je mehr dieselben der Wärme und dem Luftzutritte ausgesetzt sind. Will man es daher der Erdkrume erhalten, so muß man durch leichtes Unterackern jene Verwesungsstoffe vor der Luft und Wärme schützen. Es kann aber die Erdkrume dieses Salz oder wenigstens seinen Ammoniakgehalt auch durch sich selbst festhalten, wenn sie

α. viele humöse Stoffe enthält, welche stets eine sehr starke mechanische und chemische Anziehung zum kohlensauren Ammoniak haben und auch die Feuchtigkeit zusammenhalten, durch welche dieses Salz gebunden wird;

β. schwefelsauren Kalk unter ihren Bestandtheilen hat, welcher sich mit der Kohlensäure dieses Salzes zu kohlensaurem Kalk umwandelt und dafür seine Schwefelsäure dem Ammoniak überläßt;

γ. phosphorsaure Kalkerde enthält, durch welche das kohlensaure Ammoniak in phosphorsaures umgewandelt wird;

δ. verwitternde Schwefelkiese, Eisenoxyde oder Thon besitzt, welche sämmtlich dieses Salz an sich ziehen.

2) Das humussaure Ammoniak: es bildet sich, so oft das kohlensaure Ammoniak mit Humus in Berührung kömmt, welcher noch Humussäure enthält. Von kohlensauren Alkalien, Erd- oder Metalloxydsalzen, von Thonerde und den Oxyden des Eisens wird ihm entweder die Säure wieder entzogen

oder es entstehen zwischen ihm und diesen Stoffen in Wasser lösliche Doppelsalze. — Bei starker Wärme zersetzt es sich ebenfalls. Im Wasser löst es sich leicht auf.

3) Das phosphorsaure Ammoniak, ein kühlend scharfschmeckendes, leicht auflösliches, und in der Wärme sich zersetzendes Salz, welches sich namentlich aus dem Urin und den festen Excrementen der Thiere entwickelt. Gewöhnlich erscheint es dann mit phosphorsaurer Bittererde oder phosphorsaurem Natron zu Doppelsalzen verbunden, so namentlich bei der Zersetzung des Urins von Menschen oder fleischfressenden Thieren. Das erste dieser beiden Doppelsalze, die phosphorsaure Ammoniak-Talkerde, bildet sich oft schon in der Urinblase und dem Darmkanal des thierischen Körpers und ist dann die Ursache der Harnsteine sowie des körnig-krystallinischen Niederschlags, welcher sich in den flüssigen Excrementen und dem Urin zeigt. Im Wasser ist sie schwer löslich, in wässerigen Säuren dagegen wird sie, zumal bei fein vertheiltem Zustande, leicht gelöst.

Das zweite der genannten Doppelsalze, das phosphorsaure Natron-Ammoniak, schmeckt kühlend stechend-salzig und verwittert leicht an der Luft, wobei es allmählig seinen Ammoniak verliert, so daß zuletzt nur phosphorsaures Natron zurückbleibt.

4) Das salpetersaure Ammoniak, welches nicht blos in jedem, an verwesenden Thierstoffen reichen Boden, sondern auch oft im Regen- und Quellwasser vorkommt, zerfließt an der Luft, schmeckt scharf und bitter, schmilzt in der Hitze und zersetzt sich am Ende in Stickstoffoxydulgas und Wasser. Im schmelzenden Zustand oxydirt es die meisten Metalle, nur nicht das Queckfilber, Eisen und Zinn.

5) Das schwefelsaure Ammoniak, welches sich in einem Eisenvitriol oder Gyps haltigen Boden jederzeit entwickelt, aber auch mit Eisenoxyd und Salmiak gemengt, als sogenanntes Mascagnin, in vulkanischen Gegenden, und mit Alaun verbunden in manchen Alaunschiefern und Braunkohlen vorkommt, — schmeckt scharf und bitter, bildet farblose Kry-

stalle und verknistert beim Erhitzen. Zu seiner Auflösung, welche beim Verdunsten die Eigenschaften einer Säure annimmt, braucht es 2 Theile kaltes Wasser.

b. Ammoniaksalze mit Wasserstoffsäuren:

6) Das salzsaure Ammoniak oder der Salmiak bildet sich wohl bei Zersetzung von thierischen, aber nicht von pflanzlichen Substanzen. Als krystallinisches Mineral findet es sich häufig in der Nähe von Vulkanen und brennenden Kohlenflötzen. Ebenso hat man es auch in großer Menge in Torflagern gefunden, welche zeitweise von salzigem Wasser bedeckt oder durchzogen werden. Es erscheint da, wo es in Menge ausblüht, in Gruppen von langen, biegsamen, luftbeständigen, schwer zu pulverisirenden Nadeln. In starker Hitze verflüchtigt es sich, ohne sich zu zersetzen und bildet dann in der Luft dicke weiße Nebel. Im Wasser löst es sich leicht auf und schmeckt alsdann scharf-salzig. An der Luft nimmt es die Eigenschaften einer Säure an. Mit Eisen erhitzt, zersetzt es sich unter Bildung von Chloreisen.

c. Ammoniak mit Schwefel (Sulphurite).

7) Das Schwefelwasserstoff-, Schwefel-Ammonium bildet sich da, wo Ammoniakgas mit Schwefelwasserstoffgas in Berührung kommt, also vorzüglich bei der Fäulniß Schwefel und Stickstoff haltiger Organismenkörper. Es ist eine farblose, leicht verflüchtigende, alkalich reagirende und häßlich — zugleich wie faule Eier und Ammoniak — riechende Substanz, welche an der Luft gelb wird.

§. 22.

Die humösen Materien erleiden zwar mancherlei Veränderungen durch die mineralischen Bestandtheile der Erdkrume, indem namentlich die Alkalien auf ihre Zersetzung ungemein einwirken, aber der Einfluß, welchen der Humus mit seinen Säuren auf die Mineralbestandtheile eines Bodens selbst wieder ausübt, ist ungleich größer und von mannichfacheren Wirkungen.

1) Wirkungen seiner physikalischen Eigenschaften.

a. Vermöge seiner Wärmebildungskraft unterhält er im-

mer so viel Wärme, als die noch unzersetzten Mineralien des Bodens zu ihrer Verwitterung brauchen;

b. vermöge seiner Wasseransaugungs- und Wasserhaltungskraft schafft er fort und fort so viel Feuchtigkeit herbei, als zum Zersetzungsprozeß der mineralischen Doppelsalze, namentlich der Talkerdesalze, nothwendig ist, und

c. durch sein Gasansaugungsvermögen bildet er ein Magazin des Sauerstoffs, des Ammoniaks und aller der für die Zersetzung der Mineralbestandtheile nöthigen Säuren.

2) Wirkungen seiner chemischen Eigenschaften und Bestandtheile.

a. durch seine Zersetzung bildet er die für die Zerlegung der kieselsauren Alkalien so nöthige Kohlensäure;

b. durch seine Humussäure wandelt er die unlöslichen kieselsauren und phosphorsauren Kalk- und Talksalze in lösliche humussaure Salze um; bildet er das humussaure Eisenoxyd, welches fast durch keine Mineralsäure zersetzt werden kann, auch durch das Frieren seiner wässerigen Lösung keine Aenderung erleidet; erst in 2300 Theilen Wasser bei 15 Grad Wärme löslich wird, und bei Reaktionen nicht eher seinen Eisengehalt wahrnehmen läßt, bis etwas mineralische Säure seiner Auflösung zugesetzt wird.

c. durch seine Säuren und Salze kommen Bestandtheile in eine Erdkrume, welche sie oft vorher nicht enthielt.

Außer diesen Wirkungen gibt es noch eine Menge anderer, die der Humus durch sein Ammoniak und seine Phosphor-, Schwefel-, Gerbe- und Essigsäure auf die Alkalien, Erden und das Eisen des Bodens ausübt. Es werden aber die eben genannten Beispiele schon hinreichen, um zu beweisen, welch' wichtiger Bestandtheil dieser letzte Rest organischer Körper für die vollständige Umwandlung mineralischer Stoffe in Erdkrume ist. Am bemerkenswerthesten erscheint in dieser Beziehung stets die Humussäure; sie zerreißt die vorhandenen unlöslichen Salzverbindungen, um lösliche humussaure Salze zu bilden und hat sie diesen Zweck erreicht, so trennt sie sich wieder von ihren Basen, um auf's Neue unlösliche Mineralsalze zu zerstören, oder sie zersetzt sich selbst, um die durch sie gefesselten Salzbasen wieder frei und

für noch unzersetzte Humusmaterie wirksam zu machen. — Mit einem Worte:

Wenn eine mit verwesten Organenstoffen untermengte Erdkrume als ein nimmer ruhendes Laboratorium erscheint, so muß die Humussäure dieser Stoffe als das Universalreagens für Mineralzersetzung, für Erdkrumebildung, für Erzeugung von Pflanzennahrung gelten.

II. Von den Gemengtheilen der Erdkrume.

§. 23.

Nach §. 3 versteht man unter den Gemengtheilen der Erdkrume diejenigen Produkte der bis jetzt angegebenen, chemischen Bestandtheile, welche, unter der Form von mehr oder weniger kleinen Körnchen, Krümchen oder staubähnlichen Theilchen durch gegenseitige, äußere Anziehung zusammengehalten, das mechanische Gemenge der Erdkrume bilden. — Unter diesen Bodengemengtheilen gibt es nun einerseits solche, welche entweder für sich allein, oder in Verbindung mit einem andern Gemengtheile die Hauptmasse einer Erdkrume darstellen können, andererseits solche, welche weder für sich allein, noch in Verbindung mit einem andern Gemengtheil als das Bildungsmaterial einer Hauptkrume auftreten. Jene ersten nennt man darum wesentliche oder Hauptgemengtheile, diese letztern aber unwesentliche oder Nebengemengtheile (auch wohl Beimengungen) des Bodens.

A. Zu den Hauptgemengtheilen gehören nun:

1) der Sand,
2) die Thonarten, und zwar
   - a. der gemeine oder zähe Thon,
   - b. der mürbe Thon;
     - α. der Letten,
     - β. der Lehm,
     - γ. der Talkerdethon,
     - δ. der Eisenthon;

3) der kohlensaure Kalk;
   a. der gemeine,
   b. der Mergel;
4) die Oxyde des Eisens.

B. Zu den Nebengemengtheilen aber gehören:

a. die Krumenvermehrungsstoffe (durch bloßes Absieben von der Krume trennbar);
   1) Mineralreste,
   2) Organismenreste;

b. die Krumenzubereitungsstoffe (durch Schlämmung oder chemische Zerlegung von der Krume abtrennbar);
   1) Säuren,
   2) Salze der Alkalien, alkalischen Erden und Eisenoxydationen.

Beschreibung der Bodengemengtheile.

A. Die Hauptgemengtheile.

§. 24.

Die Hauptgemengtheile der Erdkrume sind meistens unauflösliche oder im Wasser nur theilweise auflösliche Körper, welche entweder nur aus einem einzigen chemischen Grundstoffe — z. B. die Kieselsäure und die Eisenoxydationen — oder aus einfachen und doppelten Salzen —, wie der Thon, der kohlensaure Kalk und der Bitterkalk — oder aus zwar mechanisch, aber fest und innig verbundenen Gemengen von

Sand und Thon (Lehm), oder
Thon und Kalk (Mergel)

bestehen.

1) Der Sand.

§. 25.

1) Allgemeines. Unter Sand versteht man diejenigen mineralischen Gemengtheile der Erdkrume, welche in der Form von kleinen, höchstens 1 Linie großen, Körnern oder staubähnlichen Theilchen den übrigen Bodengemengtheilen beigemengt sind oder auch selbstständig ganze Strecken Landes als lockere Anhäufungen bedecken. — Je nach der Größe des Korns unterscheidet man bei ihm:

1) Perlsand, Grand oder Kies (Grus), etwas über 1 Linie groß, eckig oder abgerundet, oft Perlen nicht unähnlich. Seine Körner fallen durch Siebe, deren Löcher etwa $1^1/_2$ Linie im Durchmesser haben. Hauptsächlich an den Ufern der Flüsse.
2) Grober Sand: etwas über $^1/_2$ Linie groß, häufig im Lehm.
3) Feiner Sand, Quell-, Trieb- oder Mahlsand: kaum $^1/_4$ Linie groß, meist aus abgerundeten Quarzkörnern bestehend,

daher gewöhnlich weiß. An den Rändern der Quellen und Flüsse und am häufigsten im Lehm und Letten.

4) Staubiger Sand oder Flugsand (Mehlsand): pulverförmig bis staubig; vom Winde leicht beweglich. Hauptbildungsmittel der Dünen, doch auch oft im Thon. Besteht meist aus Kieselerde und enthält höchstens 1—2 Proc. abschlämmbarer Theile.

§. 26.

Seiner mineralischen Zusammensetzung nach kann der Sand so verschieden sein, als die Mineralien und Felsarten, aus deren Zertrümmerung er hervorgegangen ist. Besteht er nun aus solchen Mineralresten, die noch einer Umwandlung in wahre Erdkrume fähig sind — z. B. aus Körnern von Feldspath-Arten, Hornblende, Talk, Augit ꝛc. —, so verliert er mit der Zeit seine Sandform und geht in wirkliche Krume über. Ist er dagegen aus der Zertrümmerung von quarzigen Mineralien hervorgegangen oder durch die beim Verwitterungsprozeß von kieselsauren Salzen freigewordene und erstarrte Kieselsäure entstanden, dann behält er stets seine Sandform. Diese letzte Art des Sandes, die man als Kieselsand oder Quarzsand bezeichnet, ist es nun, von welcher hier, wo von den allgemeinen Hauptgemengtheilen der Erdkrume gehandelt wird, die Rede sein kann.

a. Der Quarzsand.

§. 27.

1) Bestand und Eigenschaften: Kleine, eckige bis abgerundete, schwarze, röthliche, gelbliche bis weiße Körner von Quarzarten. Das spezifische Gewicht dieses Sandes beträgt im Mittel 2,67. In der Härte seines Kornes übertrifft er alle andern Sandarten, da er allein Glas ritzt, wenn man mit ihm eine Glastafel reibt. Seine wasserhaltende und wasseransaugende Kraft, seine Adhäsion an die Ackergeräthschaften und seine Consistenz ist die geringste; dagegen seine Fähigkeit, auszutrocknen, von der Sonne erwärmt zu werden und die Wärme in sich festzuhalten, unter sonst gleichen Verhältnissen die stärkste unter allen Bodengemengtheilen. — Was das chemische Verhalten des Quarzsandes betrifft, so ist blos zu bemerken, daß derselbe

völlig unempfindlich gegen das Wasser und die im Boden vorkommenden Säuren ist.

§. 28.

2) Beimengungen: Nur selten bildet der Quarzsand für sich allein Bodenmassen; am reinsten erscheint er noch in den am Meeresgestade sich ausdehnenden Dünen, im Letten und in manchem Lehm. Die gewöhnlichsten Beimengungen sind Bröckchen und Körner von Mineralien, mit denen er früher als Bestandtheil von Felsarten in Verbindung stand. Bisweilen erscheinen feine Körner auch durch thonige, mergelige und kalkige Theile locker zusammengefrittet.

§. 29.

3) Arten: Je nach diesen verschiedenen Beimengungen unterscheidet man nun mehrere Sandarten. Die gewöhnlichsten derselben sind folgende:

a. Feldspathsand: ein mit vielen Feldspathkörnern und auch wohl Glimmerblättchen untermengter Quarzsand. Er findet sich oft da, wo Granite, Gneiße und Porphyre verwittert sind und Regengüsse den bindenden Thon ausgelaugt und nach und nach weggeschwemmt haben. Sehr häufig erhält man ihn aber auch beim Abschlämmen von thonigen oder lehmigen Erdkrumen. In der Regel gehört er zu den grobkörnigen Sandarten und ist als ein Granitgrus zu betrachten, der sich noch weiter zersetzen und zum Theil in thonige Erdkrume umwandeln kann. In vielen Gegenden benutzt man ihn eben wegen seines Feldspathgehaltes zum Verbessern von unfruchtbarer Thonkrume.

b. Glimmersand: ein mit vielen Glimmerblättchen vermischter Quarzsand, welcher aus der Verwitterung von Glimmergesteinen entsteht. In der Regel sind die Quarzkörner von adhärirendem Eisenoxyd rothbraun gefärbt. Da die Glimmerblättchen unter günstigen Umständen mit der Zeit verwittern, so bildet er am Ende eine sandige Lehmkrume.

Bemerkenswerth ist es, daß sowohl diese als die vorige Sandart sich gewöhnlich in den untern Lagen einer thonigen Erdkrume vorfindet. Der Grund davon liegt wahr-

scheinlich darin, daß die Feldspath- und Glimmertheile am Tage zu Erdkrume verwittern, während dies in den untern Lagen, wo die Atmosphärilien nicht gehörig einwirken konnten, nicht geschah.

c. Eisensand: ein mit 5—6 Proc. Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat untermengter und darum gewöhnlich ockergelber oder gelbbrauner Quarzsand. Oft adhäriren die Eisenoxydtheile den einzelnen Quarzkörnern so stark, daß man sie nur auf chemischem Wege davon trennen kann. Ein höchst unfruchtbarer Sand, welcher häufig im Diluvium der norddeutschen Ebene vorkommt.

d. Muschelsand: ein mit Muschelstückchen vermischter Quarzsand, welcher sich häufig in dem Untergrunde der Erdkrume am Meeresgestade vorfindet und unter dem Namen Kuhl- oder Wühlerde als Düngungsmittel auf nassem Boden gebraucht wird. Außer den Muschelresten enthält er auch häufig Gyps- und Salzbröckchen.

e. Bleisand: ein bleigrauer Quarzsand, welcher mit verhärtetem kohligen oder Wachshumus untermengt ist und vorzüglich im Boden der Kieferwälder und der Heidegegenden vorkommt. Im Lüneburgschen wird er zu den schlechtesten Bodenarten gezählt.

§. 30.

4) Bildungsmaterial des Quarzsandes: Im Allgemeinen liefern alle Gebirgsarten, welche Quarz unter ihren Gemengtheilen besitzen, bei ihrer Verwitterung Quarzsand. Im Besondern kann aber dieser Sand auch noch dadurch erzeugt werden, daß die bei der Zersetzung der kieselsauren Doppelsalze durch die atmosphärische Kohlensäure oder durch die Humussäure frei werdende Kieselsäure zu feinen krystallinischen Körnern erstarrt. Auf diese letzte Weise entsteht wahrscheinlich der feine Sand, welcher sich fast stets an den Thon gebunden zeigt.

§. 31.

5) Bedeutung des Quarzsandes als Bodengemengtheils: Es gibt wohl keine Art der Erdkrume, welche nicht eine größere oder geringere Quantität groben bis staubfeinen Quarz-

sandes beigemengt enthielte. Es kann daher derselbe als ein allgemeiner Bodengemengtheil betrachtet werden. Am gewöhnlichsten zeigt er sich mit Thon vermischt, und da der Thon, ähnlich dem Sande, keiner andern Bodenart ganz fehlt, so gelangt der Quarzsand auch als Gemengtheil in den Mergel- und Kalkboden. Die Bedeutung nun, welche er auf die mit ihm verbundenen Bodengemengtheile ausübt, hängt ganz von seinen physikalischen Eigenschaften ab. Diesen gemäß erscheint er

a. als ein Auflockerungsmittel solcher Bodenarten, welche beim Austrocknen sich allzu stark zusammenziehen; eben deshalb aber auch als ein Verhinderungsmittel des allzu starken Schwindens und Berstens dieser Bodenarten;

b. als ein Erwärmungsmittel nasser Bodenarten, eben darum aber auch als ein die Verdunstung des Bodenwassers befördernder Stoff;

c. als ein die allzu große Wasserhaltungskraft einer Erdkrume schwächendes Mittel;

d. als ein den Luftzutritt beförderndes Mittel in solchen Bodenarten, welche entweder durch ihre große Wasserzusammenhaltung, oder durch ihr allzu starkes Zusammenziehen beim Austrocknen sich gegen die Luft abschließen.

Alle diese guten Eigenschaften zeigt der Quarzsand im Thonboden, nicht aber in solchen Bodenarten, deren Gemengtheile ähnliche Eigenschaften, wie er selbst, besitzen, wie dies beim kohlensauren Kalk, beim Eisenoxyd und bei den organischen Bodensubstanzen der Fall ist. In Gemeinschaft mit diesen Gemengtheilen wird er zu einem Bodenausdürrungsmittel, welches nicht nur alle Wasseransaugung, sondern auch alle Wasserhaltung stört; nicht nur allen Krumenzusammenhang aufhebt, sondern auch die ganze Bodenmasse in ein vom Winde leicht bewegliches staubähnliches Haufwerk umwandelt; endlich nicht nur alle weitere Verwitterung der Mineralgemengtheile verhindert, sondern auch die vollständige Zersetzung der humösen Stoffe stört und dadurch jene Abarten des Humus hervorbringt, welche früher unter dem Namen kohliger und Wachshumus angegeben worden sind.

§. 32.

6) Beziehung zum Pflanzenleben: Da die erstarrte Kieselsäure, wie sie sich in dem Quarzsande darbietet, im Wasser sowohl, als in allen Säuren des Bodens unauflöslich ist, so kann sie auch unmittelbar für die Pflanzenernährung nichts nützen. Nur da, wo der Quarzsand mit Feldspath-, Hornblende- und Glimmertheilchen untermischt vorkommt, werden durch die allmälige Zersetzung dieser Beimengungen kleine Quantitäten Alkalien haltiger Thonkrume erzeugt, deren einzelne Krümchen gewöhnlich die Quarzkörner umhüllen, und die ärmliche Sandkrume mit etwas Nahrungsmitteln für genügsame Pflanzen versorgen. — Mittelbar zeigt sich der Quarzsand für das Pflanzenleben bald günstig, bald ungünstig, je nachdem er entweder allein oder in Verbindung mit andern Bodengemengtheilen einen Boden darstellt. Günstig erscheint er, wenn er nassen, sich gegen die Luft und Wärme abschließenden Bodenarten in nicht allzu großer Menge beigemengt ist, indem er alsdann nicht nur ein lockeres, der Pflanzenwurzelverbreitung günstigeres Erdreich darstellt, sondern auch der Luft und der Wärme Zutritt in den Boden verschafft und hierdurch einerseits zur Verdunstung des überflüssigen Wassers und zur Producirung von Salzen und vollständigen Darstellung von Humus Veranlassung gibt, andernseits die Pflanzenwurzeln selbst vor Fäulniß schützt und zu größerer Thätigkeit anreizt. — Ungünstig aber wird er jederzeit wirken, wenn er entweder allein für sich eine Bodenkrume darstellt, oder in einem an sich nassen Boden der bei weitem vorherrschende Gemengtheil wird, oder mit einem Bodengemengtheile verbunden ist, welcher ähnliche Eigenschaften wie er selbst besitzt. Denn unter allen diesen Verhältnissen wird er, wie man aus §. 31 ersehen kann, nicht nur der Pflanze allen festen Stand, sondern auch alle Mittel und Gelegenheit zur Erzeugung von Nahrungsmitteln rauben.

Zusatz: Im Kalk- und Mergelboden findet man oft Sand, welcher dem Quarzsande äußerlich sehr ähnlich sieht, aber sowohl durch seine Eigenschaft, mit Säuren aufzubrausen und sich darin

aufzulösen, als durch seine viel geringere Härte sich von ihm unterscheidet und als Kalksand offenbart. Von den übrigen Eigenschaften dieses Sandes wird da die Rede sein, wo vom kohlensauren Kalke grsprochen wird.

2) Die Thonarten.

§. 33.

Mit diesem Namen umfaßt man im Allgemeinen alle diejenigen Bodengemengtheile, welche aus einer so innigen chemischen Verbindung von Kieselsäure und Thonerdehydrat bestehen, daß nur Schwefelsäure bei längerer Einwirkung und mit Hülfe von Glühhitze sie zu zersetzen vermag. Die Gewichtsmengen, in denen sich diese chemischen Stoffe mit einander zu Thon verbinden, weichen zwar oft sehr ab, jedoch fast stets so, daß die Kieselsäure an Menge vorherrscht. Als fast nie fehlende chemische oder mechanische Beimengungen derselben erscheinen die Oxydationen des Eisens und mehrere Prozente sehr feinen bis groben Quarzsandes. Außerdem sind sie der gewöhnliche Sitz der Alkalisalze und der freien löslichen Kieselsäure.— Unter ihren physikalischen Eigenschaften treten hauptsächlich hervor: ein eigenthümlicher (Thon)-Geruch, starke Feuchtigkeitsansaugung und Schlämmbarkeit im Wasser. Auch kleben sie alle mehr oder weniger an der feuchten Lippe, und endlich besitzen sie alle das Vermögen, ammoniakalische Dünste oder Fette und Dele in sich einzusaugen.

Je nach ihren übrigen Eigenschaften, vorzüglich aber nach ihrer Cohärenz und ihren Beimengungen muß man zwei Hauptarten derselben unterscheiden, nämlich:

a. den zähen und
b. den mürben Thon.

a. Der gemeine oder zähe Thon.

§. 34.

Wesentlicher Bestand. Kieselsäure, Thonerde und Wasser, aber in so verschiedenen Gewichtsmengen mit einander verbunden,

daß man nur im Allgemeinen als Mittel für die Zusammensetzung des reinen Thones

43,58 Kieselsäure,
41,79 Thonerde und
14,63 Wasser;

und des gemeinen Töpferthons

62 Kieselsäure,
32 Thonerde und
5 Eisenoxyd

annehmen kann.

(Vergl. Schulze, Chemie für Landwirthe I. S. 426 u. 437 u. f.)

§. 35.

Eigenschaften: a. physikalische. 1) Im trocknen Zustande. Er fühlt sich fettig an, glättet sich beim Reiben am Fingernagel, gibt beim Anhauchen einen dumpfen, eigenthümlichen Geruch (sogenannten Thongeruch) von sich, klebt an der feuchten Zunge und saugt begierig Wasser, Oel und Fett ein. 2) Im angefeuchteten und nassen Zustande. So groß seine Anziehung von Wasser ist, so vermag dieses doch nur allmählig ihn ganz zu durchdringen, wenn er ganz ausgetrocknet ist. Zuerst vergrößert sich hierbei sein Volumen und dann reißt sich eine feuchte Rinde von dem noch harten Thonkerne los, welche in kleine Stückchen zerfällt, die allmählig durch das fort und fort angezogene Wasser in einen Brei umgewandelt werden. Nun erst dringt das Wasser weiter in das Thoninnere ein und zertheilt auch dieses nach und nach zu einem dicken Schlammbrei. Ein solcher Thonbrei bildet zuletzt bei noch weiterer Einwirkung von Wasser mit diesem eine gleichartige, trübe Flüssigkeit, aus welcher sich nur sehr langsam die suspendirten Thontheilchen wieder absondern und zu Boden senken. — Im ganz durchfeuchteten Zustande besitzt er eine so außerordentlich starke Wasserhaltungskraft, daß er über 70 Proz. Wasser in sich aufnehmen kann, ohne es tropfenweise wieder fahren zu lassen. Ist er nun gänzlich durchnäßt, dann ist er für Wasser fast undurchdringlich. In einem so durchnäßten Zustande besitzt er auch

eine ungemein starke Anklebungs- oder Anhaftungskraft gegen alle feuchten Körper, vorzüglich aber gegen Holz und Metalle mit rauher oder verrosteter Oberfläche.

3) Im austrocknenden und ausgetrockneten Zustande. Wie bei der Befeuchtung das Volumen des Thons immer mehr zunimmt, so schwindet sein Umfang beim Austrocknen an der Luft in dem Maße, wie das Wasser aus ihm verdunstet. Geht diese Austrocknung sehr rasch vor sich, so berstet er an seiner Oberfläche in Stücken, indem die untern noch nicht ausgetrockneten Thonlagen noch ein größeres Volumen haben und vermöge ihrer Adhäsion an die obern Lagen die Zusammenziehung derselben nicht gestatten wollen. — Wird nun ein ganz ausgetrockneter, harter Thon ungleichmäßig befeuchtet, wie es etwa durch die sogenannten Sonnen- und Strichregen geschieht, so zerfällt er in lauter eckige Stücken, indem die befeuchteten Theile desselben sich sehr stark ausdehnen, die nicht befeuchteten aber nicht. Trocknen alsdann die feuchten Theile wieder aus, so verbinden sie sich nicht mehr mit den übrigen noch trocknen Thontheilen. Anders ist es dagegen, wenn so zerfallener Thon vor seinem Austrocknen gewalzt oder gepreßt wird. Da hierdurch die Theile einander genähert werden, so verbinden sie sich beim Austrocknen wieder fest mit einander.

4) Verhalten des Thons gegen die Hitze. Durch Glühhitze verändert der Thon seine sämmtlichen Eigenschaften. Sein chemisch gebundenes Wasser wird ausgetrieben und, wenn dieses gänzlich verschwunden ist, seine Auflöslichkeit in Schwefelsäure und Kali aufgehoben. — Mit dem Verschwinden seines chemischen Wassergehaltes wird auch seine wasserhaltende Kraft vermindert, obgleich sein Wasseransaugungsvermögen noch eben so stark wie vor dem Glühen bleibt; seine Eigenschaft, im Wasser zu zerfallen und einen formbaren Teig zu bilden, aufgehoben; seine Zähigkeit und Anhaftungskraft vernichtet und seine Masse immer inniger zusammengezogen, bis sie hart und klingend geworden ist. — Ebenso wird er durch den Verlust aller oben genannten Eigenschaften ein guter Wärmeleiter.

5) Verhalten beim Froste. Wenn nasser Thon gefriert, so

zerfällt die ganze Thonmasse am Ende in krümliche Erde, indem ihre sämmtlichen Theile durch das zwischen ihnen haftende und gefrierende Wasser aus einander getrieben werden. Tritt nun allmähliges Thauwetter ein, so behalten seine Theile die durch das Gefrieren erlangte mulmige Beschaffenheit; erscheint aber das Thauwetter plötzlich und mit starker Nässe, so wird der gefrorne Thon zu Brei aufgelöst.

6) Das spezifische Gewicht des reinen, bei + 100 Grad getrockneten Thons beträgt 2,44—2,47. Durch allmähliges Erhitzen steigt (nach Schulze) dasselbe allmählig bis 2,70; bei zu starker Hitze aber sinkt es wieder bis zu 2,48 herab. — Durch Verunreinigung seiner Masse mit Eisenoxyden, Sand ꝛc. zeigt es sich gewöhnlich höher.

7) Anziehung gegen andere Stoffe. Außer Feuchtigkeit zieht und bindet der Thon mechanisch an seine Masse freie Kieselsäure, kohlensauren Kalk, Kali, Ammoniak und vorzüglich die humusartigen Materien. Durch diese Eigenschaft wird er eine ungemein reiche Vorrathskammer für Pflanzennahrung. Es ist indessen diese Anziehung nicht immer gleich stark: trockner und reiner Thon zeigen sie nur wenig, nicht zu viel Eisenoxyd haltender am stärksten. — Gegen die atmosphärische Luft übt der Thon dagegen nur dann einige Anziehung aus, wenn er mäßig feucht ist und Stoffe beigemengt enthält, welche große Verwandtschaft zu dem Sauerstoff und der Kohlensäure besitzen.

§. 36.

b. Chemische Eigenschaften des Thons. Der Thon ist weder im Wasser, noch in Kohlen-, Salz- oder Salpetersäure löslich oder zersetzbar. Nur (in 2 Theilen Wasser) verdünnte Schwefelsäure vermag unter Hülfe von Hitze seine Bestandtheile von einander zu trennen und die Thonerde mit sich zu schwefelsaurer Thonerde (Alaun) zu verbinden. In einem Thonboden, welcher viele verwitternde Schwefelkiese und stark gährende und eben dadurch Hitze erzeugende Düngermassen enthält, kommt dieser Prozeß häufig vor.

§. 37.

Beimengungen des Thons. Nur selten erscheint der Thon ganz frei von Beimengungen. Gewöhnlich sind seiner Masse 0,5—3 Proc. kieselsaure oder kohlensaure Alkalien und alkalische Erden und fast stets 1—7 Proc. Oxyde von Eisen beigemengt. Außer diesen Stoffen, welche gewöhnlich innig mit dem Thone verbunden sind, finden sich fast in jedem Thone mehrere Proc. feinen, abschlämmbaren Quarzsandes und freier Kieselsäure, welche durch wiederholtes Kochen mit Wasser und sorgfältiges Schlämmen von dem Thone abgeschieden werden können. Bisweilen zeigt sich auch die Thonmasse von Kochsalztheilen so durchdrungen, daß sie ganz salzig schmeckt. Endlich enthält der Thon auch oft noch humus- und kohlenartige Stoffe mechanisch beigemengt.

§. 38.

Arten des Thones. Durch die eben erwähnten Beimengungen erleidet die reine Masse des Thones mancherlei Abänderungen in ihren verschiedenen, physikalischen Eigenschaften.

Die wichtigsten dieser Arten sind folgende:

a. Nicht mit Säuren brausende:

α. Wenig oder kein Alkali oder Eisenoxyd haltige:

1) Der Porzellanthon (Kaolin): weiß in's Graue, Gelbliche und Röthliche. Wenig fettig bis mager anzufühlen. Mit Beimengungen von den Mineralien, aus deren Zersetzung er entstanden ist. Im Mittel aus 38,33 Thonerde und 47,82 Kieselsäure bestehend. Findet sich gewöhnlich an den Orten seiner Entstehung.

2) Der Pfeifenthon oder plastische Thon: grau in's Grünliche, Gelbliche, Bläuliche bis Weiße. Sehr fett und zähe. Mit Wasser einen sehr formbaren Teig bildend. Im Feuer sich weiß oder, wenn sein Eisengehalt wächst, gelb in's Röthliche brennend. Oft mit vielen Sandbeimengungen. Im Mittel aus 37 Thonerde und 60 Kieselsäure bestehend. Spezifisches Gewicht = 2,44. — In der Nähe von Braunkohlenlagern.

β. Viel Alkalien und Eisenoxyd haltige.

3) Der Töpferthon (Klay, fetter Thon): grau, bei

vielem Eisenoxydul bläulich, bei Eisenoxydgehalt röthlich-gelb, von Eisenoxydhydrat bräunlich. Weich, sehr zähe; sehr leicht im Wasser schlämmbar. Durch Kochen und Schlämmen 5—10 Pr. feinen Quarzsand absetzend. Im Feuer sich ockergelb oder roth brennend. Im Mittel 36,3 Thonerde und 60,8 Kieselsäure enthaltend. Spezifisches Gewicht = 2,53—2,56. Vorzüglich Lager im Di- und Alluvium bildend; aber auch als Zwischenlager in den verschiedenen Kalk- und Sandsteinformationen und dann oft kalkig oder sandig. — Im reinen Zustande nicht bebaubar, mit 40—50 Proc. Sand untermengt aber sehr fruchtbar. — In der Nähe vom Meer, von Steinsalzlagern mit Salzquellen ist dieser Thon oft ganz mit Kochsalz oder auch schwefelsaurem Eisenvitriol durchdrungen, was man schon am Geschmack erkennen kann (sogenannter Salzthon).

4) Der schiefrige Töpferthon (Schieferletten). Bläulichgrau oder dunkelrauchgrau. Im durchnäßten Zustande sehr zäh und fett. Begierig Wasser ansaugend. Im trocknen Zustande schiefrig bis blättrig. Beim Erhitzen oft stark alkalisch reagirend und sich stark zusammenziehend. Spezifisches Gewicht = 2,54—2,57. — Viel Eisenoxydul und häufig auch viel kohlige Theile oder Glimmerblättchen und Quarzkörner beigemengt enthaltend. — In alten Fluß- und Seebetten, an Flußufern, unter Torfmooren; in den unteren Ablagerungen des Keupers oft mit Kohle (Lettenkohle) wechselnd.

5) Der eisenschüssige Thon: verschieden gefärbt je nach den Oxydationsstufen, in welchen das Eisen in ihm auftritt: schwärzlichblau bis grünlich oder weiß, wenn das Oxydul oder Oxydulhydrat, braungelb bis rothbraun, wenn das Oxyd oder Oxydhydrat in ihm vorherrschen. Gewöhnlich nennt man indessen einen Thon eisenschüssig, wenn er 7—10 Proc. Eisenoxyd enthält und rothbraun ist. Im Uebrigen vergleiche das Eisen als Bodengemengtheil.

b. Mit Säuren aufbrausender Theil.

6) Der Thonmergel: Thon mit wenigstens 15 Proc. kohlensauren Kalkes. Im Uebrigen vergleiche weiter hinten den Mergel.

§. 39.

Bildungsstoffe des Thons. Im Allgemeinen werden zwar alle Felsarten, deren Gemengtheile kieselsaure Thonerde enthalten, bei ihrer Zersetzung Thon bilden; im Besondern aber erscheinen diejenigen Felsarten, welche Feldspath-Arten zu vorherrschenden Gemengtheilen haben und nächst ihnen die meisten Arten des Thonschiefers und die mit reichem Thonbindemittel versehenen Sandsteine als die reichhaltigsten Thonbildungsmittel. — Die Reinheit des aus diesen Felsarten gebildeten Thons hängt von der Verwitterungsart seines Bildungsmaterials und von dem Orte seiner Ablagerung ab.

§. 40.

Bedeutung des Thons als Bodengemengtheil: 1) Ein Blick auf die physikalischen Eigenschaften des Thons wird lehren, daß der Thon für sich allein einerseits einen stets zur Nässe geneigten, kalten, schmierigen, wegen seiner starken Anhaftungskraft fast nicht bearbeitbaren und sich gegen den Andrang der Luft abschließenden Boden darstellt; andernseits aber beim endlichen Austrocknen eine Zusammenhäufung von festen, oft fast steinähnlichen, folglich auch nicht bearbeitbaren, Klösen bildet. — So nachtheilig nun aber dem Thone seine physikalischen Eigenschaften sind, sobald er für sich allein eine Erdkrume darstellt, so vortheilhaft für die Bildung eines guten, fruchtbaren Erdbodens sind diese Eigenschaften, sobald der Thon in einem geeigneten Mengeverhältniß mit anderen Krumegemengtheilen vorkommt, welche gerade die entgegengesetzten Eigenschaften desselben besitzen, also zu allzu starker Erhitzung, Wasserverdunstung und Ausdürrung geneigt und mit zu wenig Bindigkeit ihrer Theile begabt sind. Denn in diesem Falle wird er zum Mäßigungs- und Verbesserungsmittel der Eigenschaften dieser Gemengtheile, drückt er durch seine nasse Kälte die Erhitzungs- und Ausdürrungsfähigkeit derselben herab zu mäßiger Wärme und Verdunstung, bildet er endlich durch seine Anhaftungskraft und Zähigkeit ein Verbindungsmittel der einzelnen,

lose unter einander liegenden Krumentheilchen. — Aber umgekehrt wirken auch diese wieder dadurch günstig auf die Thonkrume ein, daß sie die Eigenschaften derselben mildern.

2) Auf die der Mineralkrume beigemengten Organismenreste übt der Thon ebenfalls einen großen und zwar doppelten Einfluß aus. Tritt er für sich allein als Bodenkrume auf, dann wirkt er der vollständigen Verwesung dieser Stoffe um so mehr entgegen, je nasser er ist, und je mehr er sich in Folge seines großen Wassergehaltes gegen die Luft abschließt; er giebt alsdann meist Veranlassung zu Moder-, saurer Humus- und Torfbildung. — Ist er aber mit an sich hitzigen, leicht verdunstenden, geringe Wasseransaugungskraft besitzenden Bodengemengtheilen verbunden, dann ist er nicht nur ein Beförderungsmittel der Humusbildung, sondern auch ein Zusammenhaltungsmittel des gebildeten Humus und seiner Salze, indem er einerseits durch seine Wasserdichtigkeit die Auswaschung dieser Stoffe nach dem Untergrunde, andernseits durch sein Ansaugungsvermögen die Verflüchtigung derselben und endlich durch seine Nässe ihre Austrocknung durch das Sonnenlicht verhindert.

§. 41.

Bedeutung des Thons zum Pflanzenleben. Da der Thon im Wasser unlöslich ist, so kann er auch der Pflanze nicht zum Nahrungsmittel, ja für sich allein vermöge seiner Eigenschaften nicht einmal zum Wohnsitze dienen, obgleich er der einzige Bodengemengtheil ist, welcher alle für die Pflanzenernährung nöthigen Salze mit seiner Masse verbunden hält. Sobald er aber in den oben genannten Verbindungen auftritt, durch welche seine für das Pflanzenleben nachtheiligen physikalischen Eigenschaften verbessert werden, dann erscheint er auch als eine fast unerschöpfliche Quelle aller derjenigen Stoffe, welche eine Pflanze zu ihrem Gedeihen braucht.

b. Der mürbe Thon.

§. 42.

Bestand und Eigenschaften im Allgemeinen. Er besteht entweder aus den wesentlichen Bestandtheilen des gemeinen Thons und unterscheidet sich von ihm nur durch einen größeren (wenigstens

5 Proc. betragenden) Gehalt von Eisenoxydhydrat und einer stärkeren Beimengung von (stets fühlbarem) Quarzsande, oder aus kieselsaurer Talkerde oder endlich aus kieselsaurem Eisenoxydhydrat, in welchem Falle also die Thonerde durch Eisenoxydhydrat oder Talkerde ganz vertreten wird.

Bemerkung. Wiewohl der aus kieselsaurer Talkerde oder kieselsaurem Eisenoxydhydrat bestehende Thon zu den seltneren Erscheinungen gehört, da der Verfasser die erstere Verbindung nur einige Male in der Verwitterungskrume des Diorit am Inselsberge und die letztere Thonart nur auf dem Glimmerschiefer bei Ruhla am Thüringer Walde gefunden hat, so glaubt er sie doch hier anführen zu müssen, weil sie an den eben genannten Orten ein ziemlich großes Gebiet ausfüllen und einen deutlich bemerkbaren Einfluß auf die Vegetation ausüben.

Die oben angeführten chemischen oder mechanischen Beimengungen des Thons verändern die physikalischen Eigenschaften desselben so, daß namentlich der Anfänger oder Laie in der Bodenkunde oft nicht im Stande ist, an einer vorliegenden Erdkrume noch ihren Thoncharakter zu erkennen.

§. 43.

Die herrschende Farbe des mürben Thons erscheint beim Anfeuchten seiner Masse entweder hochockergelb bis in's Graugrünliche oder rothbraun bis in's Schwärzliche; im trocknen Zustande aber entweder ledergelb oder gelblichrothbraun ins Grauliche ziehend. — Beim Austrocknen an der Luft zieht er sich bei weitem nicht so stark zusammen, als der gemeine Thon, und berstet um so weniger, je stärker sein Gehalt an innig beigemengtem Eisenoxyd, Quarzsand und kieselsaurem Talk ist. Zuletzt zerfällt er in eine lockere, mürbe bis lose Krume, welche im ganz trockenen Zustande sich mager anfühlt und nur wenig oder gar nicht am Fingernagel glättet. Im Wasser allmählig zerfallend und im ganz durchnäßten Zustande wohl schlammig werdend, aber dann um so weniger Formbarkeit zeigend, je mehr sein Gehalt an eigentlichem Thon zurücktritt. Zur Wärmehaltung und Verdunstung um so mehr geneigt, je mehr sein Sand- und Eisengehalt hervortritt.

Man unterscheidet je nach ihrem Verhalten gegen die Wärme und Feuchtigkeit hauptsächlich Talkerdethon, Sandthon, Lehm und Eisenthon.

a. Der Talkerdethon, Walkerthon oder Hornblende-thon zum Theil.

§. 44.

Diese Abart des mürben Thons entsteht aus der Verwitterung der meisten Hornblende oder Augit haltigen Felsarten. Von Farbe bald ockergelb in's Grauliche und Grünliche streifend, bald grau in's Schwärzliche ziehend. Im trockenen Zustande sich etwas fettig anfühlend, und weder an der feuchten Lippe klebend, noch den bekannten Thongeruch zeigend. Im Wasser sehr bald zerfallend und einen zwar schmierigen, aber nicht formbaren und fast keine Zähigkeit zeigenden Brei bildend und dann beim allmähligen Austrocknen wieder in eine sehr fein pulverige, äußerst lockere Masse zerfallend. Gegen die Wärme und Feuchtigkeit sich verschieden verhaltend: bei einem Gehalte von 2 Proc. Talkerde schon sehr zur Nässe geneigt und die Wärme nur sehr wenig haltend, bei einem starken Eisenoxydgehalte aber die Wärme in sich ansammelnd und dann zu mäßiger Feuchtigkeitsverdunstung gereizt. — Spezifisches Gewicht = 2,19—2,2. — Die chemische Zusammensetzung ist so verschieden, daß man für dieselbe nur im Allgemeinen als Mittel bis 10 Thonerde, bis 54 Kieselsäure, bis 10 Eisenoxyd und bis 3 Proc. Kalk- und Talkerde annehmen kann. Mancher hierher gehörige Thon enthält fast nur Spuren von Talkerde; dafür aber mehrere Proc. Kalkerde und noch anderer zeigt sich geradezu als ein bis 15 Proc. Eisenoxyd haltiger Thon. Abschlämmbarer Quarzsand ist fast nie oder nur in sehr unbedeutenden Quantitäten vorhanden; dagegen erhält man meist eine größere oder kleinere Menge oft mikroskopisch kleiner Glimmerblättchen, Augit- oder Hornblendesplitterchen.

Wegen seines fast stets feuchten und mäßig warmen Zustandes und wegen seines Talk- und Kalkerdegehaltes gibt er einen fruchtbaren Boden.

Bemerkung. Der Verfasser hält es für nothwendig, darauf aufmerksam zu machen, daß er alles oben über den Talkthon Mitgetheilte nur aus Erfahrungen entlehnt hat, die er theils durch Versuche im Kleinen, theils durch Beobachtung des aus dem Diorite und Melaphyr des Thüringer Waldes, und aus dem Basalte der Rhön entsprungenen Bodens erhielt. Nach diesen Erfahrungen, deren weitere Resultate da, wo von dem Boden der genannten Felsarten ge-

handelt wird, noch mitgetheilt werden sollen, hält er es für falsch, diese Thonart entweder dem gemeinen Thon oder dem Lehm oder dem Eisenthon beizuzählen. Jedoch gesteht er gern zu, daß erst noch mehr Versuche mit diesem Bodengemengtheile gemacht werden müssen, ehe ein ganz sicheres Endresultat gegeben werden kann.

b. Der Eisenthon.

§. 45.

Eine Thonart, welche der vorigen oft sehr ähnlich sieht und vorzüglich im Gebiete des rothen und gelben Thoneisensteines, des Glimmer- und Thonschiefers, manchen Melaphyrs und des rothen Todtliegenden vorkommt. Von Farbe ockergelb bis rothbraun. Besteht aus kieselsaurer Thonerde, welche so innig mit 15—20 Proc. Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd verbunden ist, daß man den Eisengehalt nur durch chemische Zerlegung des Thons erhalten kann. Bisweilen von so geringem Thonerdegehalte, daß man das Eisenoxyd geradezu als den Stellvertreter desselben ansehen muß. Als mechanische Beimengungen erscheinen gewöhnlich noch mehrere Procente Eisenoxyd und feinerer oder gröberer Sand von verschiedenen Felsarten.

Die physikalischen Eigenschaften dieses Thons hängen zum Theil von der Art und Menge des Eisengehaltes, zum Theil von der Verbindungsweise des Eisens mit dem eigentlichen Thone ab. — Besitzt dieser Thon das Eisen bloß als chemischen Bestandtheil, dann nähert er sich in seinen Eigenschaften dem gemeinen Thon um so mehr, je mehr das Eisen die Thonerde vertritt. Mit einem fast ebenso starken Wasseransaugungsvermögen wie jener begabt, bildet er sehr bald eine schmierige zähe Schlammmasse, die nur ganz allmählig wieder austrocknet und dann berstet und in feste Knollen zerfällt. Sind ihm dagegen außer seinem chemischen Eisengehalte noch, wenn auch nur einige, Procente feinpulverigen Oxydhydrates oder Oxydes recht gleichmäßig mechanisch beigemengt, dann ändert sich das eben beschriebene Verhalten des Eisenthones in vielem Betrachte um. Der Oxydhydrat haltige Thon hat dann zwar auch noch ein großes Wasseransaugungsvermögen, aber auch eine stärkere Wärmehaltungskraft, in Folge deren er einerseits nie so naß und schlammig wird, wie der oben beschriebene Eisenthon, und andernseits mehr gleichmäßig warm und feucht sich zeigt. Beim allmähligen Austrocknen an der Luft bildet er

eine feinkrumige, lockere Masse. — Der Oxyd haltige Thon dagegen zeigt bei einigen Procenten mechanisch beigemengten Eisens eine weit geringere Wasseransaugungskraft und eine viel stärkere Erwärmungs- und Wärmehaltungsfähigkeit, weshalb er auch sehr bald austrocknet und dann in eine aus dünnen Blättchen und eckigen Stückchen bestehende äußerst lockere Masse zerfällt, die nur allmählig den Charakter einer grobmulmigen Krume annimmt. — Noch viel stärker wird diese letzte Eigenschaft — selbst bei dem Oxydhydratthon —, wenn seiner Thonmasse außer dem Eisen auch noch mehrere Proc. Glimmerblättchen und Sandkörner beigemengt sind.

Obgleich der Eisenthon gewöhnlich arm an alkalischen Beimengungen ist und noch am häufigsten (bis zu 2 Proc.) Kalkerde zeigt, so besitzt er doch, namentlich der Oxydhydrat haltige, die Kraft, aus seiner Umgebung viel Ammoniak anzusaugen, woher es denn kommt, daß er bei starker Erhitzung fast stets einen ammoniakalischen Geruch verbreitet.

Auf düngende Stoffe — seien sie nun Organismen- oder Mineralreste — wirkt unter sonst gleichen Bedingungen der Oxydhydratthon, besonders wenn er einige Proc. mechanisch beigemengtes Eisen und Sand enthält, viel besser ein, als der Oxydthon, weil er in seiner Wärme sowohl, als auch in seiner Feuchtigkeit gleichmäßiger bleibt, als dieser. Ueberhaupt bedarf der Oxydthon mehr der Beschattung, wenn er eine fruchtbare Krume liefern soll; lagert er jedoch an ganz nassen Orten, und besitzt er viel Pflanzenreste, so kann er, wie später beim Eisen gezeigt werden soll, wenigstens in seinen unteren Lagen zu Oxydul- und Oxydulhydratthon umgewandelt werden.

Zusatz. Der aus Glimmerschiefer entstandene Eisenthon enthält gewöhnlich mehrere Proc. Glimmerblättchen und Quarzkörner, der aus Hornblende- und Melaphyrgesteinen producirte dagegen zeigt meist keine Spur von Quarzsand, dafür aber gewöhnlich mehr mechanisch beigemengtes Eisenoxyd. Auch kommt es vor, daß der Hornblendethon schwefelsaures Eisenoxydul enthält, was von beigemengten Schwefelkiesen abstammt und ihn ganz unfruchtbar macht. Dasselbe ist bisweilen der Fall bei dem aus Thonschiefer entstandenen und oft von kohligen Beimengungen ganz dunkel gefärbten Eisenthon. — Der im rothen Todtliegenden vorkommende Eisenthon ist in der Regel Oxydthon und besitzt außer seinen Eisenbei-

mengungen stets einen beträchtlichen Gehalt von Glimmerblättchen und gröberen und feineren Sand von verschiedenen Mineralarten.

Im Uebrigen gilt auch von diesem Thone die Bemerkung, daß seine Eigenschaften noch lange nicht genug geprüft sind.

c. Der Sandthon, magere Thon oder Letten.

§. 46.

Ein im Mittel mit 45 Procent sehr feinen, aber abschlämmbaren Sandes untermengter und darum nur wenig Zähigkeit und Bindigkeit besitzender, an Eisenoxyd reicher Thon. Nimmt nur gegen 40 Proc. Wasser auf und zerfällt sehr bald, wenn man ihn in's Wasser wirft. Beim Austrocknen nicht sehr zusammenschrumpfend bildet er bald eine lockere Krume. Im nassen Zustande weder schmierig, noch plastisch. — Spezifisches Gewicht = 2,60.

Bei nicht zu trockener Lage eine recht fruchtbare Krume bildend, die aber in der Regel nicht so reich an Alkalien und freier Kieselsäure ist, als der Lehm, zu dem er sonst einen Uebergang vom Thon bildet, und von dem er sich hauptsächlich durch eine ungleichmäßigere Mischung seiner Bestandtheile und leichtere Austrockenbarkeit unterscheidet.

d. Der Lehm.

§. 47.

Bestand: Thon (30—50 Proc.), sehr feiner Quarzsand (im Mittel 16—24 Proc.) und Oxydul- oder Oxydhydrat von Eisen (7—10 Proc.) bilden ein so gleichmäßiges und inniges Gemenge, daß man aus jedem einzelnen Krümchen diese drei Bestandtheile noch herausfinden und nur durch oft wiederholtes Absieden und Schlämmen zum Theil von einander trennen kann. — Außer dem feinen, fast chemisch mit dem Thone verbundenen Sande zeigen sich im Lehmgemische noch eine etwas gröbere, schon mit dem Finger fühlbare, und eine noch gröbere, auch mit dem bloßen Auge erkennbare, Sorte Sandes. Der Gehalt dieser letzten beiden Arten beträgt im Mittel zwischen 15—30 Proc. und läßt sich durch bloßes Schlämmen schon von den eigentlichen Lehmkrümchen abtrennen. — Ebenso bemerkt man häufig außer dem mit dem Thone und Sande im engen Verbande stehenden (und gewissermaßen das bindende Mittel zwischen diesen beiden

Gemengtheilen abgebenden) Eisen noch 1 — 6 Proc. sehr fein vertheilten Eisenoxydes.

Bemerkung. Niemand ist im Stande, durch bloßes Untereinandermischen und Schlämmen von feinem Quarzsande und Thon Lehm darzustellen. Der Verfasser hat sich alle Mühe gegeben, nicht nur durch Schlämmen den Lehm zu zerlegen, sondern auch durch gerelte Mischung von Sand und Thon aller Art und durch sorgfältiges Umrühren dieser Mischung mit Wasser Lehm zu bilden. Aber Alles vergebens! Dies sowohl, als auch seine Beobachtung, daß der Verwitterungsthon namentlich des Granites in solchen Lagen (z. B. an den unteren sanft geneigten Gehängen der Berge), wo er von Kieselsäure haltigem Regen- oder Quellwasser durchzogen wird, fast stets sich wie Lehm verhält, veranlaßt den Verfasser, den Lehm nicht für ein Produkt der Schlämmung von Sand und Thon, sondern für eine unvollständige chemische Verbindung zwischen Thon und erstarrter (amorpher) Kieselsäure zu erklären, welche dadurch entsteht, daß die bei Zersetzung von kieselsauren Doppelsalzen entstehende Thonkrume vermöge ihres Eisengehaltes die frei werdende und durch die Verdunstung des Verwitterungswassers zu feinem Quarzsand erstarrende Kieselsäure an sich zieht, sei es nun, daß dies gleich an dem Verwitterungsorte vor sich geht, oder daß die noch lösliche Kieselsäure vom Wasser mit fortgefluthet und in den Thonlagern an den unteren Gehängen der Gebirge wieder abgesetzt wird und daselbst nun allmählig erstarrt. Die quarzigen Gemengtheile der sich zersetzenden Felsarten bilden hierbei die gröberen, dem Lehm mechanisch beigemengten Sandarten. Nimmt man dies nicht an, so hält es schwer, zu erklären, woher es kommt, daß an so vielen Granitbergen das obere Gehänge derselben nur sandigen, das mittlere gewöhnlichen, das untere fetten Lehm und die Thalsohle Thon mit viel freier löslicher Kieselsäure enthält.

In der Urzeit mußten diese Lehmbildungen weit mächtiger sein, als jetzt, da die Verwitterungspotenzen — feuchte Wärme und reicher Kohlensäure-Gehalt der Atmosphäre — in viel stärkerem Maßstabe wirkten. Aus diesen urweltlichen Lehmbildungen schuf die Natur die Sandsteine des Flötz- und Tertiärgebirges. Durch die Fluthen des Diluviums aber wurden diese Sandsteine zum Theile wieder zerstört und unter ihrer alten lehmigen Form am Fuße und in den Mulden der Sandsteine haltigen Gebirgsbildungen abgesetzt.

§. 48.

Eigenschaften des Lehms. Die Farbe des Lehms ist abhängig von seinen Beimengungen. Gewöhnlich erscheint er ockergelb oder braun, wenn Eisenoxyd oder Oxydhydrat, oder bläulich, wenn

Eisenoxydul, oder grünlich bis grünlichgelb, wenn sich höher oxydirendes Eisenoxydulhydrat sein färbendes Mittel ist. Oft findet man ihn aber auch in seinen obersten Lagen schwarzbraun, wenn er viel humose Stoffe enthält.

In seinem Normalzustande, d. h. nach Wegnahme seines gröberen und rein mechanisch beigemengten Sandgehaltes, zeigt er folgende physikalische Eigenschaften:

a. Im trockenen Zustande fühlt er sich mager und nur wenig fettig an. Am Fingernagel glättet er sich wenig oder nicht. Zwischen den Fingern wird er zerrieben, ohne stark abzufärben. Der Sonne ausgesetzt wird er zwar nicht so schnell und so stark erhitzt, als der trockene Thon, bleibt aber länger warm, als der letztere. Ebenso zeigt er nicht die feste, aus einzelnen festen Knollen und Stücken bestehende Oberfläche des Thons, sondern eine gleichartige, mulmige Beschaffenheit seiner Krumentheile. Sein Wasseransaugungs- und Wasserhaltungsvermögen aber zeigt sich in diesem Zustande bedeutend stark; denn er vermag ausgetrocknet 40—50 Proc. Wasser in sich aufzunehmen und festzuhalten. Das spez. Gew. = 2,50—2,6.

b. Im feuchten Zustande läßt er sich zwar kneten und in plumpe Formen verarbeiten, aber nie, wie der Thon, in dünne Platten walzen oder in schmale Cylinder ausdehnen. Dabei zeigt er sich nur wenig anklebend gegen die ihn bearbeitenden Instrumente. Ueberhaupt wird er durch die Näße nicht so schmierig und zäh, daß er die mulmige Beschaffenheit seiner Krume verlöre. Sein Erwärmuugsvermögen ist in diesem Zustande zwar nicht bedeutend, aber doch stark genug, um einen Theil seines angezogenen Wassers wieder zum Verdunsten zu bringen. Dabei zeigt er sowohl im trockenen, als im feuchten Zustande ein heftiges Bestreben, nicht nur atmosphärische Luft, sondern auch alles Ammoniak aus seiner Umgebung aufzusaugen.

§. 49.

Beimengungen des Lehms. Diese hängen zum Theil von der Art seiner Entstehung, zum Theil von dem Orte seiner Ablagerung ab.

a. Der Gebirgs- oder Verwitterungslehm.

1) Derjenige Lehm, welcher an den sanften Gehängen oder in den Thälern der Gebirge lagert, enthält in der Regel noch eine Menge kleinerer und größerer Reste von den Mineralien, aus deren Zersetzung er hervorgegangen ist. Auf diese Weise zeigt der Lehm der Granit- und Gneißgebirge sowohl Bröckchen von diesen Felsarten selbst, als auch Feldspathstückchen und Glimmerblättchen; der Lehm der Glimmerschiefergebirge eine Menge kleiner Glimmerblättchen und außerdem auch oft noch solche Quantitäten von pulverigem Eisenoxyd, daß man ihn geradezu eisenschüssig nennen kann. Noch mehr tritt dieser starke Eisengehalt bei demjenigen Lehm hervor, welcher in der Nähe von Eisensteinlagern vorkommt. Zu bemerken ist übrigens, daß dieser Verwitterungslehm in der Regel außer seinem feinen Sandgehalt noch eine größere oder kleinere Quantität freier löslicher Kieselsäure und außerdem auch einen ziemlichen Reichthum an Alkalisalzen besitzt, wenn er so abgelagert ist, daß diese Stoffe durch das Wasser nicht ausgelaugt werden können. Der Verfasser fand bei seinen Versuchen, die er mit dem Lehm an den Gehängen und in den Thälern der Granit- und Gneißberge am Thüringer Walde anstellte, fast überall, daß dieser Lehm an den oberen Berggehängen arm, an den unteren Gehängen aber und in den engen Thalsohlen reich sowohl an Kieselsäure, als an Alkalien war.

2) Anders erscheint der Lehm, welcher aus der Verwitterung von thonigen Sandsteinen entstanden ist. Dieser zeigt in der Regel nicht so viel Beimengungen, weder an Mineralresten, noch an Alkalien, was sich leicht erklären läßt, wenn man auf die früher gegebene Entstehungsweise der Sandsteine Rücksicht nimmt. Da aber die Sandsteine in der Regel von Kalksteinmassen oder Mergellagern begleitet sind, so ist dem aus ihnen entstandenen Lehm gewöhnlich mehr oder minder kohlensaurer Kalk, aber gewöhnlich so innig beigemengt, daß man denselben nur durch Salzsäure von ihm lostrennen kann.

b. Der Schlämm- oder Diluviallehm.

Derjenige Lehm, welcher durch Wasserströmungen nicht bloß tüchtig durchgerührt, sondern auch weit von seiner ursprünglichen Lagerstätte fortgeschwemmt worden ist und nun gewöhnlich in den weiten Ebenen des Diluviums und sonst an Orten abgelagert erscheint, wo jetzt nicht mehr das Wasser mit seinen schlammigen Fluthen hingelangen kann, ist in der Regel sehr feinkörnig, arm an Mineralresten, aber oft überreich an Eisenoxydul, wodurch er Veranlassung zur Bildung der für das Pflanzenleben so gefährlichen Eisensalze und namentlich des gefürchteten Raseneisensteins gibt (vgl. hierzu das Eisen und die Bodennebengemengtheile). Diese Salz- und Eisenerzbildung offenbart sich in ihm vorzüglich da, wo er — wie es im nördlichen Deutschland der Fall ist, — den Untergrund der sandigen Oberkrume bildet und viel halbverweste oder kohlige Organismenreste enthält. — Häufig bildet er auch den Leichenacker von urweltlichen Thieren, deren Repräsentanten gegenwärtig nur noch in der heißen Zone zu finden sind, z. B. des Elephanten und des Nashorn. — Gewöhnlich besteht seine Masse aus einzelnen deutlich unterscheidbaren und abwechselnden Schichten von reinem lettenartigen und sandigen Lehm mit Geröll- oder Sandlagen.

§. 50.

Bedeutung des Lehms als Bodengemengtheil und als Pflanzenernährer. Wenn der Lehm 30—40 Proc. abschlämmbarer Theile besitzt, dann gehört er zu den besten Bodenbildungsmitteln. Die aus ihm zusammengesetzte Krume verbindet dann alle die guten Eigenschaften, welche der Sand und Thon zusammen besitzen und verbannt alles Nachtheilige, was jeder einzelne dieser eben genannten Krumentheile für sich hervorbringt.

Vermöge seiner großen Wärmehaltung und starken Feuchtigkeitsanziehung niemals versumpfend oder zu festen Steinknollen berstend wie der Thon, und nie ausdürrend oder zu losem Pulver zerfallend wie der Sand zeigt er eine solche Mittelstufe von Wärme und Feuchtigkeit und von Lockerheit und Bindigkeit, daß die At-

mosphärilien ihn ungehindert durchziehen und ihr Umwandlungswerk an seinen noch unzersetzten Mineral- oder Organismenresten rasch vollziehen können. Kein Wunder daher, daß er fort und fort als eine reichhaltige Quelle von kohlensauren, phosphorsauren und humussauren Alkalien, alkalischen Erden und freier löslicher Kieselsäure erscheint, und daß er eben darum eine Ueppigkeit und Mannichfaltigkeit in seinen Gewächsen zeigt, wie man sie nur auf einem sehr fruchtbaren Boden erwarten darf. — Abgeändert in mancher Beziehung wird dieses günstige Verhalten des Lehms:

1) durch zunehmenden Gehalt von grobem Sand, welcher ihn namentlich bei ungleichmäßiger Mischung und an sich dürrer Lage leicht ausdürrt; von mechanisch beigemengtem Eisenoxyd oder Eisenoxydul (vgl. die Wirkung dieser Stoffe beim Eisen) oder von zähem Thon, durch welchen er vorzüglich bei an sich feuchter Lage versumpft;

2) dann, wenn er bei nasser Lage den Untergrund einer sich gegen die Luft verschließenden Ackerkrume bildet. Wie er unter diesen Verhältnissen die Lagerstätte von Eisenoxydulsalzen werden kann, ist §. 49 b. schon erwähnt worden und wird bei der Lehre vom Eisen noch weiter erklärt werden.

Schlußbemerkung. Alles das, was in den vorstehenden §§. über die Thonarten mitgetheilt worden ist, reicht wohl aus, um den gewöhnlichen Schlendriansatz: „Thon ist Thon und Lehm ist Lehm" in seiner Nichtigkeit zu zeigen, lehrt aber auch zugleich, daß Vieles noch zu thun ist, um zu einiger Klarheit über die Natur dieser Bodengemengtheile und ihr Verhalten gegen die Pflanzenwelt zu kommen. Dies Letztere aber wird nur dann erst geschehen können, wenn die Pflanzenphysiologen und Chemiker nicht mehr bloß das vom Menschen verkünstelte und verunnaturte (cultivirte) Garten- und Ackerland, sondern auch den noch frischen, unverkünstelten Verwitterungsboden der Wälder und Gebirgsmatten chemisch untersuchen. Wie vieles Ersprießliche würde daraus nicht nur für die Physiologie im Allgemeinen, sondern auch ganz besonders für die Benutzung des Verwitterungsbodens zum Anbau von Holzarten erwachsen! — Der Verfasser hat seit einer Reihe von Jahren sich nur mit der Untersuchung dieses Naturbodens beschäftigt und gefunden, daß die Bestimmungen vom Thone, wie sie in den gebräuchlichen Bodenkunden gegeben werden, fast nie ganz genau auf denselben angewendet werden können. Dies hat ihn veranlaßt, nicht vom Thon im Allgemeinen,

sondern von den „Thonarten" zu reden. Gern hätte er nun auch für jede dieser Arten eine spezielle, quantitative Angabe ihrer Bestandtheile mitgetheilt, allein die große Verschiedenheit, die sich ihm bei der Zerlegung von Thon- und Lehmsorten in dieser Beziehung zeigte, rieth ihm für jetzt noch hiervon ab und veranlaßte ihn zur Aufstellung eines Quantitätsmittels für jede bestimmte Art. Da, wo er von den Bodenarten spricht, welche die einzelnen Gebirgsarten produciren, wird er indessen die speziellen Zergliederungen ihrer Gemengtheile noch angeben.

---

3) Der kohlensaure Kalk.

a. Der gemeine oder reine Kalk.

§. 51.

Bestand und physische Eigenschaften. Er enthält in 100 Theilen 43,7 Kalkerde und 56,3 Kohlensäure, fühlt sich rauh an, ist gewöhnlich von heller (grauer in's Weiße ziehender) Farbe und nur dann anders gefärbt, wenn seine Masse durch beigemengte Eisenoxyde, thonige oder kohlige Stoffe verunreinigt ist. Sein spezifisches Gewicht = 2,46—2,68. Im Allgemeinen besitzt er nächst dem Quarzsand im trockenen Zustande den geringsten Zusammenhalt seiner Theile, die wenigste Anhaftungskraft an die Ackergeräthschaften, aber die stärkste Wärmehaltungskraft und eben deshalb auch das geringste Vermögen, Feuchtigkeit aus der Luft anzusaugen und Wasser in sich fest zu halten. Im Besondern ändern sich jedoch diese Eigenschaften etwas ab, je nachdem er in der Form von pulveriger Krume oder von Sand erscheint. Tritt er in der erst genannten Form auf, dann bildet er im ganz trocknen Zustande zwar auch nur ein staubiges, nicht den geringsten Zusammenhang zeigendes, ja vom Winde leicht bewegliches Gemenge, ist aber fähig, sobald er vom Wasser durchnäßt wird, eine ziemlich zusammenhängende, teigähnliche, schlüpferige Masse zu bilden, die beim plötzlichen Austrocknen sich zuerst mit einer Kruste bedeckt und dann allmählig wieder ihren ganzen Zusammenhang verliert. In dieser pulverigen Form besitzt er weit weniger Wärme haltende Kraft und geringere Fähigkeit, auszutrocknen, als der Sand, nähert er sich sogar in seinem Wasser-

ansaugungs- und Verdunstungsvermögen dem Lehm. Tritt er dagegen als Kalksand auf, dann gleicht er in seinen Eigenschaften fast ganz dem Quarzsande, ja dann ist er in manchen Eigenschaften, z. B. in seiner Wärme haltenden Kraft und in seiner Erhitzungsfähigkeit, noch stärker, als der letztere.

§. 52.

Chemische Eigenschaften. Da die Kohlensäure unter allen Säuren die schwächste chemische Anziehung zur Kalkerde besitzt, so kann sie auch nicht ganz derselben ihre alkalischen Eigenschaften nehmen, woher es denn kommt, daß kohlensaurer Kalk 1) durch Säuren geröthetes Lakmuspapier noch zu bläuen vermag und 2) auf Organismenreste (ebenso wie reine Kalkerde, nur langsamer) zersetzend einwirkt und so die Humusbildung befördert, wie weiter unten noch näher gezeigt werden wird. Zu gleicher Zeit ist aber auch diese schwache Verwandtschaft der Kohlensäure zur Kalkerde die Ursache, daß jede andere Säure unter Aufbrausen und Blasenwerfen den kohlensauren Kalk zu zersetzen vermag. Eine ebenfalls sehr wichtige Eigenschaft dieses Bodengemengtheils für viele Prozesse in der Erdkrume. — Obgleich der Kalk fast gar nicht in reinem Wasser löslich ist, — denn es soll 1 Theil desselben in 16000 Theilen Wassers aufgelöst werden können, — so wird er doch ziemlich stark von Kohlensäure haltigem Wasser aufgelöst. In dieser Lösung, in welcher er sauer reagirt, verharrt er aber nur so lange, als nicht Luft und Sonnenwärme auf ihn einwirken. Geschieht dieses Letztere, so entweicht allmählig mit dem verdunstenden Wasser die ihn gelöst haltende Kohlensäure und er schlägt sich dann wieder als neutraler kohlensaurer Kalk nieder. Auf Kalkäckern, die von der Sonne stark beschienen werden, sieht man ihn dann häufig als weiße Ausblühung den Boden bedecken. Eben dasselbe bemerkt man auch an den Wänden von Gefäßen, in denen kohlensauren Kalk haltiges Wasser abgedampft worden ist. Wird solcher frischgefällter Kalk mit wässerigen Lösungen von Ammoniaksalzen in Verbindung gebracht, so lösen ihn diese wieder vollständig auf.

Bemerkung. Bringt man kohlensauren Kalk mit einer Salmiakauflösung in Berührung, so entsteht durch einen Austausch der Säuren Chlorkalk und kohlensaures Ammoniak.

§. 53.

Beimengungen des kohlensauren Kalkes. Mit dem kohlensauren Kalke kommt fast stets, wenigstens in den Kalksteinen der älteren Gebirgsablagerungen, eine größere oder kleinere Quantität von kohlensaurer Talkerde vor; ja, man kann im Allgemeinen annehmen, daß dem kohlensauren Kalke die Talkerde um so weniger fehlt, je älter die Formation ist, welcher er angehört. Demgemäß findet man in den Kalken der Grauwacke- und Zechsteinformation nicht nur am häufigsten, sondern auch den Prozenten nach die meiste Talkerde; weniger findet man davon in der Muschelkalk- und Keuperformation, noch weniger in den Formationen des Lias und Jura — wenn man die Dolomite abrechnet — und fast gar keine in der Kreide. Hält man dies fest, so darf es nicht befremden, warum die Kalkkrume in den verschiedenen Formationen unter sonst gleichen Verhältnissen ganz verschieden nicht nur in ihren physikalischen Eigenschaften, sondern auch in der Erzeugungsfähigkeit von Gewächsen ist. — Eine andere ebenfalls nur selten fehlende Beimengung des kohlensauren Kalkes ist der Thon und das Eisen mit seinen verschiedenen Oxydationen, und endlich trifft man auch oft feinen Quarzsand, Bitumen und andere kohlige Stoffe mechanisch an ihn gebunden. — An Alkalien aber zeigt er sich stets arm.

§. 54.

Arten des kohlensauren Kalkes. Je nach seinen chemischen oder mechanischen Beimengungen unterscheidet man hauptsächlich folgende Arten:

a. Fast rein von Beimengungen.

1) Kohlensaurer Kalk unter den oben angegebenen Eigenschaften. Er findet sich nur im Gebiete der reinen Kreide, aber auch da nur einzeln.

b. Mit Thon, Talkerde oder Sand verbunden.

2) Der kohlensaure Kalk-Talk: grau in's Gelbliche, Röthliche, Weiße. Je nach der Menge der Talkerde von verschiedenem spez. Gewichte (2,58—2,85); im Allgemeinen aber schwerer, als der reine oder bloß mit Thon vermischte Kalk. Zum Austrocknen sehr geneigt.

3) Der thonige Kalk: weiß in's Gelbliche und Graue. Mit 25—60 Proz. Thon. Sich dem Mergel in seinen Eigenschaften nähernd.

4) Der Mergelkalk oder Kalkmergel: mit 10—25 Proz. Thon. (Vergl. die Arten des Mergels.)

5) Der sandige Kalk: weißlich in's Graue. Höchst unfruchtbar. Im Gebiete des Grobkalkes.

c. Mit Bitumen oder kohligen Theilen verbunden.

6) Der Stinkkalk: dunkelgrau bis schwärzlich. Mit größerer Wasseransaugungs- und Wasserhaltungskraft, als der reine Kalk. Nach jedem warmen Regen nach Schwefelleber riechend. Fruchtbar.

d. Mit Oxyden des Eisens verbunden.

7) Der eisenschüssige Kalk: schwärzlich bis braun. Meist dürr. (Vergl. bei'm Eisen.)

§. 55.

Bedeutung des kohlensauren Kalkes als Bodengemengtheil.

Die Bedeutung desselben hängt theils von seinen physikalischen, theils von seinen chemischen Eigenschaften ab.

a. Einfluß seiner physikalischen Eigenschaften. Ein Blick auf §. 51 wird sattsam lehren, daß der reine kohlensaure Kalk für sich allein so wenig im Stande ist, eine gute fruchtbare Erdkrume darzustellen, als der reine Quarzsand oder Thon, daß er aber in einer passenden Verbindung mit einem zur Näsſe und Kälte, zu allzu starker Consistenz und Anhaftung geneigten Bodengemengtheile das geeignetste Mittel ist, einem Boden diejenige Beschaffenheit zu geben, in welcher er nicht bloß einen geregelten Wechsel von Ansaugung und Verdunstung der Feuchtigkeit unterhält und eine gute Mittelstufe von heiß und kalt, von fest und lose darstellt, sondern auch alle die Kräfte und Stoffe anzieht, welche zur vollständigen Zersetzung der Düngstoffe gehören. So zeigt sich der kohlensaure Kalk in seiner Verbindung mit dem fetten Thone. — Kommt er dagegen mit einem sandhaltigen Bodengemengtheile zusammen vor, dann

kann er um so nachtheiliger auf die Eigenschaften desselben einwirken, je größer die Quantität ist, in welcher er auftritt; dann erscheint er nicht nur als ein Ausdürrungs- und alle mulmige Beschaffenheit aufhebendes Mittel, sondern auch als ein Hinderniß aller richtigen Humusbildung. Mit einem solchen an sich schon zur Erhitzung und zur Austrocknung geneigten Bodengemengtheile dürfen höchstens 2 Proz. kohlensauren Kalkes vorkommen, wenn derselbe nicht nachtheilig auf die Fruchtbarkeit des Bodens einwirken soll.

b. Einfluß seiner chemischen Eigenschaften. — Da der Kalk zu jeder anderen Säure mehr chemische Anziehung besitzt, als zu der mit ihm verbundenen Kohlensäure, so wird er hierdurch das beste Mittel,

1) um diejenigen noch unzersetzten Mineralbröckchen des Bodens zu zersetzen, welche kieselsaure Alkalien enthalten, wobei durch gegenseitige Umtauschung der Säuren kieselsaurer Kalk und kohlensaure Alkalien entstehen. Recht augenfällig wird dies Vermögen des Kalkes, wenn man pulverisirten Feldspath mit Kalkpulver vermischt und das Gemisch, gehörig angefeuchtet, einige Zeit einer mäßigen Wärme aussetzt. In dem später mit destillirtem Wasser gemachten Auszuge dieses Gemenges wird man stets eine ziemliche Quantität kohlensauren Kali's entdecken. — Auch findet man überall, wo Feldspathgesteine mit Kalksteinen in Berührung stehen, dieses Zersetzungsvermögen des Kalkes bestätigt.

2) um diejenigen Salzbildungen des Bodens zu zerstören, welche das Gedeihen der Pflanzen stören oder hemmen können. In manchem Boden kommen schwefelsaure Thon- und Eisensalze vor, welche durch ihre leichte Löslichkeit im Wasser leicht den Gewächsen dieses Bodens verderblich werden können. Kohlensaurer Kalk nun, welcher mit diesen Salzen in Berührung kommt, zieht die Schwefelsäure derselben an sich und verwandelt dieselben in unschädliche Eisenoxyde.

3) um die freien Säuren eines Bodens zu vertilgen. Durch mancherlei Prozesse, namentlich aber durch die Verwesung von

Schwefel, Phosphor- und Stickstoff haltigen Organismenresten, entstehen oft freie Schwefel-, Phosphor-, Salpeter- und Gerbesäure in einem Boden, — Säuren, die in ihrem freien Zustande dem Leben der Gewächse nachtheilig sein können. — Kommt nun kohlensaurer Kalk mit ihnen in Berührung, so verbindet sich derselbe mit ihnen zu nährenden Salzen und giebt dafür seine Kohlensäure frei, welche selbst nun den Gewächsen gleich als Nahrungsmittel dienen kann. Am ersichtlichsten wird diese Thätigkeit des Kalkes in Berührung mit stickstoffhaltigen Düngstoffen. Die durch die Zersetzung dieser Stoffe gebildete Salpetersäure zieht der Kalk an sich und bildet nun Salpeter, welcher nach jedem Thaunieder-schlage des Morgens durch Einfluß der Sonnenwärme ausblüht, und als ein weißer mehliger Beschlag den Boden überzieht.

4) um die Zersetzung der Düngungsstoffe zu beschleunigen. Vermöge seiner alkalischen Eigenschaften ätzt er die Organismenreste und vermöge seiner Säure-Anziehung befreit er sie von den Säuren, welche ihre vollständige Auflösung in Humus verhindern.

5) endlich, um die niederen Oxydationen des Eisens in höhere, im Wasser unlösliche umzuwandeln. Kommt kohlensaurer Kalk in einem zur Nässe geneigten Boden mit Eisenoxydul in Berührung, so wird dieses allmählig in Eisenoxyd umgewandelt. Wahrscheinlich wirkt indessen der Kalk bei diesem Prozesse mehr durch seine Wärme und verdunstende Kraft, als durch seine chemischen Eigenschaften.

Außer diesen Einflüssen giebt es noch mehrere; es werden aber die eben angeführten hinreichend sein, um zu beweisen, wie groß der Einfluß des kohlensauren Kalkes auf die Verbesserung einer Krume ist, vorausgesetzt, daß diese die entgegengesetzten physikalischen Eigenschaften desselben besitzt.

§. 56.

Beziehung des kohlensauren Kalkes zum Pflanzenleben.

Schon aus dem Einflusse des Kalkes auf die Umänderung der Bodengemengtheile ergiebt es sich, daß der Kalk sowohl mittelbar, als

unmittelbar in einer unermeßbaren Beziehung zum Gedeihen des Pflanzenlebens steht. Mittelbar wirkt er einerseits günstig, insofern er die für die Pflanze ungünstigen Bodenverhältnisse verbessert, ungünstig aber, wenn er für sich allein oder mit Gemengtheilen, welche gleiche physikalische Eigenschaften besitzen, wie er selbst, einen Boden zusammensetzt. Unmittelbar wirkt er dadurch auf die Ernährung der Gewächse ein, daß er die Pflanzen sowohl durch seine physikalischen Eigenschaften zu erhöhter Thätigkeit in ihren Lebensverrichtungen anreizt, als auch durch die Löslichkeit seiner Masse mittelst Kohlensäure haltigem Wasser mit reichlicher Nahrung versorgt. Kein Wunder daher, daß sich in einer mit kohlensaurem Kalk angemessen versorgten Lehm-, Thon- oder Humuskrume das Pflanzenleben nicht nur viel rascher und kräftiger, sondern auch viel mannichfaltiger entfaltet; kein Wunder aber auch, daß in einem Boden, in welchem das Pflanzenleben zu der größten Lebensthätigkeit angetrieben wird, sehr rasch die von demselben dargebotene Nahrung aufgezehrt wird und darum nicht nur die organischen Düngstoffe und Alkalien, sondern auch der Kalk selbst mit der Zeit verschwinden und derselbe nun kraft- und machtlos (ausgemergelt) dasteht, wenn ihm nicht fort und fort frische Düngung und neuer Kalk dargeboten wird.

b. Der Mergel.

§. 57.

Bestand desselben. Im Allgemeinen umfaßt man mit diesem Namen diejenigen Bodengemengtheile, welche aus einer so innigen und gleichmäßigen Vermischung von wenigstens 15 Proz. kohlensauren Kalks und höchstens 75 Proz. Thon bestehen, daß dieselbe nicht durch Schlämmen, sondern nur durch Behandlung mit Salzsäure zu trennen ist und beim Begießen mit dieser Säure ganz gleichmäßig aufbraust. Enthält eine Kalkthonmischung weniger als 15 Proz. Kalk, so wird sie **mergeliger Thon** genannt und besitzt sie mehr als 75 Proz. desselben, so heißt sie **mergeliger Kalk.**

Mit diesen Hauptgemengtheilen sind in der Regel noch 5—75 Proz. feinsten und feineren Sandes, oft auch 0,5—40 Proz. koh-

lensaurer Talkerde (welche alsdann mit dem Kalke chemisch zu einem Doppelsalze verbunden ist) und endlich häufig mehrere Prozent Eisenoxydationen (die entweder am Thongehalte des Mergels haften oder mechanisch beigemengt sind und in ihren verschiedenen Oxydationsstufen das färbende Mittel des ganzen Gemenges abgeben) vereinigt. Außerdem enthalten die Mergel oft phosphorsaure Kalkerde — z. B. die dolomitischen Kalkmergel der Zechstein-, Keuper- und Juraformation —, Gyps oder Salztheile (so die Mergel des Muschelkalkes und Keupers), Kali, Natron und humöse Stoffe (so vorzüglich die Mergel des Diluviums und Alluviums). Alle diese chemischen und mechanischen Nebenbestandtheile sind von hoher Bedeutung für die Anwendung des Mergels als Bodenverbesserungsmittel.

§. 58.

Arten des Mergels. Je nach den oben genannten Beimengungen sowohl, als nach dem Vorherrschen des einen oder andern Hauptbestandtheils unterscheidet man (nach Schübler) folgende Arten des Mergels:

	Bestandtheile in 100 Theilen.			
	Kalk.	Thon.	Sand.	Talkerde.
Mergeliger Thon.	10 — 25	75 — 90	0 — 5	—
Thonmergel.	25 — 50	50 — 75	0 — 5	—
a. Talkerde haltiger Thonmergel	15 — 30	50 — 80	0 — 20	0 — 10
b. Sandiger Thonmergel.	25 — 50	50 — 75	über 5	—
c. Thoniger Mergel.	25 — 50	25 — 50	0 — 30	—
Lehmmergel.	15 — 25	20 — 50	25 — 50	—
a. Sandiger Lehmmergel.	15 — 25	10 — 20	50 — 75	—
Kalkmergel.	75 — 90	10 — 25	0 — 10	—
a. Sandiger Kalkmergel.	50 — 75	10 — 50	10 — 25	—
b. Thoniger Kalkmergel.	50 — 75	25 — 50	0 — 5	—
c. Talkerde haltiger Kalkmergel.	30 — 75	25 — 50	0 — 30	0 — 20
Dolomitmergel.	10 — 30	20 — 50	0 — 30	10 — 40

§. 59.

Eigenschaften. Die Farbe des Mergels hängt zum Theil von der Menge seines Kalkes, zum Theil von der Oxydationsstufe seines Eisengehaltes ab und zeigt sich darum bei einem und demselben Mer-

gel sehr verschieden. Enthält er viel Kalk und wenig oder kein Eisen, so erscheint er gewöhnlich grau in's Gelbliche bis weiß; besitzt er dagegen 1—3 Proz. Eisen, so zeigt er sich weißlichgrau vom Oxydulhydrat, blau bis grünlich vom Oxyduloxyd, ockergelb vom Oxydhydrat, rothbraun mit bläulichem Strich vom Eisenoxyd. Diese Farbennüancen sind gewöhnlich in den einzelnen Lagen des Mergels scharf abgeschnitten, wie man dies an den bunten Mergeln des bunten Sandsteins und Keupers am schönsten bemerken kann. Oft aber sieht man auch diese verschiedenen Farben nach und nach an einer und derselben Krume hervortreten, was von einer steigenden Oxydation ihres Eisengehaltes herrührt und namentlich dann stattfindet, wenn man Oxydulhydrat haltigen Mergel der Luft aussetzt. — Wenn Mergel sehr viel humöse Stoffe beigemengt enthält, so zeigt er sich dunkelgraubraun bis schwarz gefärbt.

Das spezifische Gewicht des Mergels ändert nach seinen Beimengungen zwar sehr ab, jedoch kann man als die niedrigste Stufe desselben 2,63 und als die höchste 2,7 ansehen.

Unter den übrigen Eigenschaften, welche sich je nach dem Vorherrschen des einen oder anderen Bestandtheils oft sehr verschieden zeigen, treten vorzüglich zwei hervor, welche für alle wahren Mergel charakteristisch sind: 1) die höchst gleichmäßige und innige Verbindung vom Kalk und Thon, in Folge deren sie eben bei der Begießung mit Säuren in ihrer ganzen Masse auf einmal aufbrausen; 2) die Eigenthümlichkeit, daß alle wirklichen Mergel dem wechselnden Einflusse der Witterung ausgesetzt ihren Zusammenhang verlieren und in ein lockeres Haufwerk von Blättchen und eckigen Stückchen zerfallen, welche sich wiederum zertheilen und am Ende eine feinkrümliche mürbe Erdmasse bilden, die sich mit anderen Bodengemengtheilen gleichartig vermischen läßt und diesen nun denselben Grad von Bindigkeit und Lockerheit mittheilt, den sie selbst besitzt. — Das Verhalten gegen das Wasser, die Luft und die Wärme aber wird bedingt durch den vorherrschenden Bestandtheil eines Mergels. Die Feuchtigkeitsansaugung ist bei allen ziemlich stark und der des Lehms gleich, wenn sie nicht einen zu starken Sandgehalt besitzen; am stärksten tritt sie je-

doch bei den Thonmergeln und vorzüglich den Talkerde haltigen hervor, welche unermüdlich Wasser auffaugen und doch immer trocken (was jedoch von ihrem gewöhnlich starken Eisengehalte herrühren mag) erscheinen. Nicht so ist es mit der Wasser anhaltenden Kraft. Diese wird gesteigert durch den zunehmenden Thon- und Talkerdegehalt und vermindert durch die steigenden Prozente von Kalk, Sand und mechanisch beigemengtem Eisenoxyd; sie zeigt sich demnach am stärksten im Talkerde haltigen Thon- und Lehmmergel, am schwächsten im eisenschüssigen und sandigen Lehm- und Kalkmergel. — Mit der Wasser haltenden Kraft steht aber die Erhitzungs- und Verdunstungsgröße des Mergels in umgekehrtem Verhältnisse; daher: je stärker jene, desto schwächer diese und umgekehrt.

Wie in den ebengenannten Eigenschaften, so zeigt sich der Mergel auch verschieden in seiner Consistenz. Diejenigen Mergel, welche neben einem vorherrschenden Thongehalte viel Eisenoxyd und Talkerde besitzen, zeigen sich im trocknen Zustande blätterig und verharren in dieser Aggregatform beim Durchnässen (Schiefermergel des bunten Sandsteins und Keupers). Tritt in diesen Thonmergeln der Eisen- und Talkerde-Gehalt mehr und mehr zurück, so nähern sie sich sowohl während des Austrocknens, als im nassen Zustande dem gemeinen Thon um so mehr, je mehr sie von diesem Bodengemengtheil in ihr Gemisch aufnehmen, und es tritt ihre Mergelnatur erst dann wieder hervor, wenn sie einige Zeit an der Luft gelegen haben, oder wenn sie während ihrer Austrocknung von einem sanften Sommerregen befeuchtet worden sind. — Die Lehmmergel und thonigen oder talkigen Kalkmergel ferner zeigen sich im trockenen, wie nassen Zustande feinkrümelig. — Die mit Sand untermengten Mergel endlich bilden im Austrocknungszustande namentlich bei vorherrschendem Kalkgehalt und nach vorhergegangener, starker Durchnässung sehr häufig Steinknollen, die sich ähnlich wie verhärteter Mörtel verhalten, indessen bei erneuter mäßiger Befeuchtung bald in eine lockere Krume zerfallen.

§. 60.

Der Mergel als Bodengemengtheil und Pflanzenerhalter. — Vermöge seiner Zusammensetzung besitzt der Mer-

gel in physikalischer Beziehung eine Doppelnatur, durch die er einerseits nasse, zähe und kalte Bodenarten zum Verdunsten reizt, krümlich macht und mit Wärme versorgt, andererseits trockene, lose und hitzige Krumen feucht, bindig und mäßig warm macht, — und folglich im Allgemeinen zur physikalischen Verbesserung einer jeden Bodenart taugslich wird. Hierbei ist indessen wohl zu merken, daß

1) nach dem im vorigen §. Mitgetheilten nicht alle Mergelarten von gleicher Güte für je eine Bodenart sind, daß also für einen Thonboden ein Kalkmergel geeigneter ist, als ein Thonmergel, und für einen Sandboden wieder ein Mergel der letzten Arten besser paßt, als ein Sand- oder Kalkmergel;
2) die Mergel nur dann ihren Bodenverbesserungsdienst normal erfüllen können, wenn sie einer Erdkrume recht innig und gleichmäßig beigemengt werden; und
3) die Masse des anzuwendenden Mergels sich nicht bloß nach der physikalischen Beschaffenheit, sondern auch nach der Mächtigkeit der zu düngenden Krume und der Beschaffenheit der in dieser Krume zu erziehenden Gewächse richtet. Ein naß gelegener Thonboden bedarf des düngenden Mergels mehr, als ein luftig gelegener; dagegen braucht ein trocken gelegener Sandboden mehr Mergel, als ein feucht liegender. Ferner muß eine tiefgründige Krume mehr dieses Stoffes erhalten, als eine flachgründige. Endlich bedürfen Kalk liebende Gewächse, die man in einer Krume erziehen will, einer stärkeren Mergelung, als solche Pflanzen, welche auch ohne Kalknahrung gedeihen können.

In chemischer Beziehung wirkt der Mergel hauptsächlich durch seinen kohlensauren Kalk (vergl. daher §. 55 b.) und steht demselben in seinem Wirkungsvermögen nicht nur sehr nahe, sondern übertrifft ihn auch noch insofern, als er mittelst seines Thongehaltes einestheils allmähliger, aber eben deshalb auch nachhaltiger wirkt, und anderntheils die chemischen Produkte seiner Wirksamkeit, wie kohlensaures Ammoniak und dergleichen mehr, besser zusammenhält, als jener. Zugleich übergiebt er neben seinem Kalke der Erdkrume eine größere oder kleinere Quantität Sand und Thon und mit diesem gewöhnlich eine oft nicht unbedeutende Menge verschiedener alkalischen

Salze, hauptsächlich aber Salpeter und phosphorsaure Kalk- Talkerde. Durch dieses Alles wird er nicht nur zum Verbesserungs-, sondern auch zum Vermehrungs- und Verjüngungsmittel der Erdkrume und dadurch von dem höchsten Werthe für das Pflanzenleben, ja zum eigentlichen Sitze der so üppigen und mannichfaltigen Kalkflora. Nur Schade, daß auch er, ähnlich wie der Kalk (vergl. §. 56), im Verlaufe der Zeit seine düngende Kraft verliert und durch den Verlust seines Kalkes zu gemeinem oder sandigem Thon herabsinkt, wodurch er eine an sich schon thonige Krume oft noch unwirthbarer macht, als sie vor der Mergelung war, so daß dann das allbekannte Sprüchwort: „Gemergelte Felder machen reiche Väter, aber arme Söhne" seine volle Richtigkeit erhält.

§. 61.

Lagerstätten des Mergels. Wegen der Wichtigkeit dieses Bodengemengtheils ist es wohl nicht unzweckmäßig, hier Einiges über die Lagerstätten des Mergels mitzutheilen. Der Mergel ist ein Produkt von der Wirksamkeit der Wasserfluthen und findet sich darum auch nur im Gebiete der durch Absetzung im Wasser entstandenen Gebirgsablagerungen. Auf diese Weise zeigen sich nun

1) die Talkerde haltigen Kalkmergel vorzüglich zwischen oder über den oberen Ablagerungen der Zechstein-, Muschelkalk- und Juraformation;
2) die eisenschüssigen Thonmergel mit Talkerde hauptsächlich in der oberen Abtheilung der Keuperformation;
3) die eisenschüssigen Thonmergel gewöhnlich ohne Talkerde in den untersten oder obersten Lagen des bunten Sandsteins;
4) die sandigen Kalkmergel vorzugsweise in der Kreideformation, weniger in den oberen Lagen des Muschelkalkes;
5) die thonigen Kalkmergel, häufig mit Bitumen oder humösen Stoffen, im Gebiete des Zechsteins, Lias, Grobkalks, Diluviums und Alluviums;
6) die lehmigen Mergel vorzüglich im Diluvium.

Die Gebiete, welche durch die verschiedenen Mergelarten zusammengesetzt werden, erscheinen gewöhnlich als ein wellenförmiges Hügelland mit flachen, muldenförmigen Thälern und von mehr oder minder starken, an ihren Wandungen abgerundeten, Wasserrissen

durchzogen. Sind die ein solches Gebiet constituirenden Mergel eisenschüssig, so ist ihr Boden schon aus weiter Ferne an seinen abwechselnden blauen, gelben und rothbraunen Farbenstreifen zu erkennen.

4) Die Oxyde des Eisens.

§. 62.

Bestand. Das Eisen kommt entweder mit dem Sauerstoff in verschiedenen Gewichtsmengen oder mit Säuren unter Salzform in der Erdkrume vor. Am gewöhnlichsten erscheint es indessen unter folgenden Oxydationsstufen:

1) als niederes Oxyd oder Oxydul, welches in 100 Theilen aus 77,78 Eisen und 22,22 Sauerstoff besteht, und schwarz bis schwarzbraun ist;
2) als eigentliches Oxyd, welches in 100 Theilen 70 Eisen und 30 Sauerstoff enthält und im reinen Zustande ein braunrothes Pulver darstellt.

Jede von diesen beiden Oxydationsstufen besitzt das Vermögen, eine bestimmte Menge Wasser chemisch an sich zu binden und mit diesem ein Hydrat zu bilden. Das Oxydulhydrat ist im reinen Zustande weiß, wird aber an der Luft zuerst grau, dann grünlich-bläulich, violett und endlich rothbraun, indem es sich allmählig durch fortwährende Ansaugung von Luft und Wärme in das Oxyd umwandelt. Das Oxydhydrat dagegen ist ockergelb.

§. 63.

Physikalische Eigenschaften. Ob das Eisenoxydul vermöge seiner dunklen Farbe stark zur Erwärmung geneigt ist oder nicht, läßt sich ebenso wenig genau ermitteln, als seine Wasser haltende, anhaftende oder lockernde Kraft, da es in der Natur entweder nie rein vorkommt, oder doch, wenn es in tiefern, feuchten Bodenschichten auftritt, hier nicht genau untersucht werden kann, weil eine solche Prüfung nie anders als unter Zutritt von atmosphärischer Luft, durch welche das Oxydul aber gleich etwas angegriffen wird, stattfindet. Es läßt sich daher nur im Allgemeinen aus seinen chemischen Eigen-

schaften und seiner großen Verwandtschaft zum atmosphärischen Sauerstoff schließen, daß das Orydul nicht nur eine große Wasseranziehungs-, sondern auch eine bedeutende Wasserhaltungskraft, und ebenso nicht nur eine starke Wärmeanziehung, sondern auch ein bedeutendes Wärmebindungsvermögen besitzt. Aehnlich ist es mit dem Oxydulhydrat. Auch dieses läßt sich wegen seiner leichten Oxydirbarkeit nicht ganz genau untersuchen. Da indessen eine Krume, deren tiefere Schichten viel von diesem Hydrat enthalten, meist zur Nässe geneigt ist, auch Gewächse in derselben leicht erfrieren, so kann man daraus schließen, daß das Oxydulhydrat eine ziemlich starke Wasseranhaltungs- und Wärmeausstrahlungskraft besitzt. — Anders ist es dagegen mit dem Oxyd. Vermöge seiner dunkeln Farbe besitzt es ein starkes Erwärmungs- und Wärmehaltungsvermögen, aber eben darum auch nur eine geringe Wasseransaugungs- und Bindungskraft. Wenn daher trotz dieser Eigenschaften eine Krume mit viel Eisenoxyd naß und sehr bindig erscheint, so liegt entweder der Grund davon in den übrigen vorherrschenden Gemengtheilen derselben oder in dem Vermögen der Eisenoxyde, die übrigen Krumengemengtheile — namentlich den feinen Quarz- oder Kalksand — fest an sich zu ziehen. Will man sich von dieser eigenthümlichen Anziehungskraft des Oxyds überzeugen, so betrachte man nur ein Stück verrostetes Eisen, welches längere Zeit in feuchter Erde gelegen hat: und man wird sicher dasselbe mit fest anhaftendem Sande überzogen finden. Da nun aber eben durch diese Anziehung eine größere Bindigkeit in der Krume hervorgerufen und hierdurch wiederum die Haarröhrenkraft erzeugt und verstärkt wird, so darf es nicht befremden, wenn eine stark sandige Krume durch das Oxyd bindiger und feuchter gemacht wird. — Bemerkenswerth erscheint es endlich, daß sowohl das Orydul, als auch das Oxyd unter Hülfe von Wärme und Feuchtigkeit eine große mechanische Anziehung gegen das Ammoniak ausüben.

§. 64.

Chemische Eigenschaften der Eisen-Oxydationen.

Was zuerst das Orydul betrifft, so ist unter allen seinen chemischen Eigenschaften seine starke Anziehung zum Wasser- und Sauerstoff hervorzuheben. Vermöge dieser Anziehung zieht es zunächst Wasser an sich und verwandelt sich in das weiße Oxydulhydrat. In Folge dieser

Umwandlung wird seine Verwandtschaft zum Sauerstoff so gesteigert, daß es, sobald ihm Wärme zu Hülfe kommt, seiner ganzen Umgebung — ja bei höhern Hitzegraden selbst dem Wasser — den Sauerstoff entzieht, um sich in das Oxyd zu verwandeln. Am schnellsten und stärksten geschieht dies, sobald es z. B. beim Umgraben einer Erdkrume aus den tiefern Schichten derselben an der Oberfläche des Bodens mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt. Da ihm nun bei dieser Umwandlung mittelst der Sonnenwärme sein angezogenes Wasser wieder entzogen wird, so färbt es sich — je nach der allmähligen Abnahme dieses Wassers stufenweise grau, grün, blau, violett, röthlich und zuletzt rothbraun, womit unter den gewöhnlichen Verhältnissen die Vollendung seiner Oxydation angedeutet wird. — Nicht minder stark, wie zum Sauerstoffe, ist die Verwandtschaft des Oxyduls zu den verschiedenen Säuren, mit denen es Salze bildet, welche im trocknen Zustande meist weiß, im gewässerten aber grünlich sind, und gewöhnlich einen anfangs süßlichen, hinterher aber dintenartigen Geschmack haben. Diese Eisenoxydulsalze sind meistens — wie das Oxydulhydrat — im Wasser leicht löslich und werden dadurch oft verderblich für die Fruchtbarkeit eines Bodens. Die wichtigsten und am häufigsten in der Erdkrume vorkommenden derselben sind das kohlensaure, schwefelsaure, salpetersaure und phosphorsaure Eisenoxydul. (Vgl. hierzu die betreffenden Salze in der Beschreibung der Nebenbestandtheile des Bodens.) Kommen sie mit feuchter Luft in Berührung, so werden sie in Oxydhydratsalze umgewandelt oder ganz zersetzt, wenn das Oxyd mit der Säure des Oxyduls keine Verwandtschaft hat, wie dies z. B. der Fall mit dem kohlen- und kieselsauren Oxydul ist. — Aufgelöst und mit Salpetersäure erwärmt, färben sie sich dunkelbraun, indem sich ihr Oxydul in Oxyd verwandelt.

(Ueber das übrige Verhalten des Oxyduls und seiner Salze gegen Reagentien vgl. die Zusammenstellung der Salze in dem §. 30 der Gebirgskunde und hinten bei der Bodenzerlegung.)

Wie das Eisenoxydul, so besitzt auch das Eisenoxyd eine große Anziehung zum Wasser, mit dem es sich zu ockergelbem Oxydhydrat verbindet. Es verliert jedoch dieses Anziehungsvermögen, sowie es geglüht worden ist, woher es denn kommt, daß alle die Eisenoxyde, welche auf vulkanischem Wege entstanden sind, niemals sich in Hydrate

umwandeln und darum stets ihre rothbraune Farbe behalten, selbst wenn sie durch die Verwitterung und Wasserfluthen von ihrer ursprünglichen Lagerstätte entfernt und mit andern erdigen Massen vermischt worden sind, wie man dies an der Masse des rothen Todtliegenden, rothen Sandsteins, rothen Thones ꝛc. deutlich genug bemerken kann. — Wie gegen das Wasser, so verhält sich auch das Oxyd gegen Säuren. In seinem hydratischen Zustande ist es in wässerigen Säuren leicht löslich; ist es aber geglüht worden, so wird es nur schwierig in Säuren aufgelöst. Um es alsdann wieder löslich zu machen, muß es in feingepulvertem Zustande mit zweifach schwefelsaurem Kali zusammengeschmolzen werden. — Das auflösliche Oxyd bildet hauptsächlich mit der Salpeter-, Schwefel- und Phosphorsäure Salze, welche im neutralen Zustande weiß oder farblos und im Wasser löslich sind, alsdann sauer reagiren und zusammenziehend tintenartig schmecken, im basischen Zustande dagegen gewöhnlich braun oder braungelb und im Wasser unlöslich, aber meist in wässeriger Salzsäure löslich erscheinen. Bemerkenswerth ist es, daß alle Körper, welche eine sehr große Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben, — z. B. faulende organische Stoffe — beim Abschlusse der Luft die Kraft besitzen, nicht blos die Eisenoxydsalze in Oxydulsalze, sondern auch das Oxyd in Oxydul zu reduciren. Es wird hierdurch erklärlich, auf welche Weise in vielen Fällen in Torfmooren oder in den tiefern Lagen eines Thonbodens das Oxydul und die schwefelsauren und phosphorsauren Oxydulsalze entstehen und fortwährend nachgebildet werden, wenn man die schon vorhandenen Salze dieser Art entfernt. — Wie in der eben beschriebenen Weise das Oxyd und seine Salze reducirt werden, so wird das Oxyd aus seinen Verbindungen mit Säuren jederzeit als Oxydhydrat niedergeschlagen durch kohlensaure Erden und durch im Ueberschuß zugesetztes Ammoniak.

Ueber das weitere Verhalten gegen Reagentien vgl. in der Zusammenstellung §. 30 der Geognosie und weiter hinten bei der Bodenzerlegung.

§. 65.

Beimengungen der Eisenoxydationen. Obwohl die verschiedenen Oxydationen des Eisens auch frei von beigemengten Stoffen unter der Form von pulveriger Krume oder kleinen Körnern im Bo-

den vorkommen, so erscheinen sie doch bei weitem häufiger mit andern Krumen-Gemengtheilen vermischt, ja oft so innig verbunden, daß sie nur auf chemischem Wege von ihren Beimengungen getrennt werden können. Am meisten erscheinen so die Eisenoxydationen mit Thon, kohlensaurem Kalk oder mit Quarz verbunden und geben alsdann das färbende Mittel dieser Beimischungen ab.

§. 66.

Abarten der Eisenoxydationen. Die gewöhnlichsten Modificationen, unter denen das Oxydul und Oxyd des Eisens in der Erdkrume auftreten, sind zum Theil abhängig von der Beschaffenheit der Krume selbst, zum Theil bedingt durch den Ablagerungsort derselben. Auf diese Weise erscheint.

1) Das Eisenoxydul in einem thonigen Boden, welcher sehr zur Nässe geneigt ist, oft unter der Form von größern oder kleinern Knollen als Thoneisenstein; in dem Untergrunde von morastigen, schlammigen Bodenarten an Sand, Lehm, Mergel gebunden, als phosphorsaures Eisenoxydul, welches sich blau färbt und die Blaueisenerde darstellt, sobald es durch Umwerfen des Bodengemisches mit der Luft in Berührung kommt. In Bodenarten, denen viel nasser Teichschlamm oder moderiger Torf beigemengt worden ist, zeigt sich diese letzte Art von Eisensalzen sehr oft und gibt die Ursache von der bläulichen Färbung derselben ab.

2) Das Eisenoxyd mit Thon innig vermengt, entweder als Röthel, wenn es von der Verwitterung von Rotheisenstein abstammt, oder als Gelberde (Ocker), wenn es von der Verwitterung von Brauneisenstein (Gelbeisenstein) herrührt. Beide Eisenkrumen kommen häufig in dem Thon- und Lehmboden der Formationen des rothen Todtliegenden, bunten Sandsteines, Keupers und des Liassandsteines vor. Oft geben sie in dem Boden dieser Formationen die Veranlassung zur Bildung von eigenthümlichen Knollen, welche entweder aus fest mit einander verbundenen und mit Ocker vermischten Quarzkörnern bestehen (die sogenannten Sandkugeln) oder aus concentrischen ockerigen Schalen und dichterm Röthelkerne zusammengesetzt sind (die sogenannten Adlereier oder Klap-

persteine in dem lehmigen Thonboden des untern Lias- und obern Keupersandsteines). In dem Kalkboden, welcher — wie es bei der Zechsteinformation des Thüringer Waldes oft vorkommt, — in der Nähe von Rotheisensteinlagern liegt, findet man ähnliche Erscheinungen, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Knollen aus kohlensaurem Kalk und Rotheisenocker bestehen. Bisweilen erscheinen diese Knollen schwarz, nehmen aber die rothe Farbe an, sowie man sie pulverisirt.

3) Der Raseneisenstein (Wiesenerz, Morasterz, Ortstein, Limonit) von ockergelber, braunschwarzer oder schwarzbrauner, selten weißlicher Farbe; entweder unter der Form von löcheriger, ungeregelten, bald rauhen, bald schlackenartigen Knollen oder von dichten derben Massen, oder auch unter der Gestalt von erdigem, körnigen Pulver erscheinend; im Allgemeinen aus vorherrschendem Eisenoxydhydrat, welches mit phosphorsaurem und humussauren Eisenoxyd, Manganoxyd, auch wohl mit kohlensaurer Kalk- und Talkerde oder mit Quarzkörnern und Thonkrume vermischt ist, bestehend. Ueber seine Entstehung, Ablagerungsorte und Wirkungsart auf die Fruchtbarkeit eines Bodens vergleiche: **B.** die Bodennebengemengtheile, unter **a. §. 72.**

§. 67.

Bedeutungen der Eisenoxydationen als Bodengemengtheile. 1) Das Oxydul und sein Hydrat bilden nie für sich allein einen Bodengemengtheil, sondern sind in der Regel an Thon gebunden. Auch sind sie meistens nur in den unteren Lagen eines Bodens zu finden, da sie in den oberen Lagen desselben durch ihre Berührung mit der Luft in das Oxyd und sein Hydrat umgewandelt werden. — Mit dem kohlensauren Kalke kommen sie nur selten oder gar nicht verbunden vor, da derselbe (nach **§. 55 b. 5.**) das Oxydul zur höheren Oxydation anregt. — Wegen ihrer heftigen Anziehung zum Sauerstoff und zur Kohlensäure erscheinen sie in den meisten Fällen einerseits als ein Verhinderungsmittel des Verwesungsprozesses, indem sie den Organismenresten das zu ihrer Zersetzung nöthige Quantum Sauerstoff an sich zu reißen suchen; andererseits als

ein Störungsmittel des Verwitterungsprozesses der noch im Boden vorhandenen Steinbrocken, indem sie durch ihre Ansaugung der Kohlensäure die Lösung der kieselsauren Doppelsalze und vorzüglich die Freiwerdung der Alkalien verhindern. Kein Wunder also, wenn eine oxydulreiche Krume nicht bloß träge in Erzeugung von humusartigen Materien, sondern auch stillstehend in jeder weiteren Verwitterung seiner Krumentheile erscheint. — Dazu kommt noch, daß das Oxydul zu allen Säuren, welche durch den Verwesungsprozeß gebildet werden, eine große Verwandtschaft besitzt und demgemäß mit ihnen eine Menge Salze bildet, welche ebenfalls die Fruchtbarkeit einer Krume beeinträchtigen, indem sie durch ihr Wasseransaugungsvermögen dieselbe naß und kalt machen, und hierdurch wiederum nicht nur den Verwesungs-, sondern auch den Verwitterungsprozeß hemmen.

2) Das Oxyd und sein Hydrat kommen ebenfalls am gewöhnlichsten mit Thon verbunden vor und sind das rothbraun oder ockergelb färbende Mittel dieses Bodengemengtheiles; oft aber treten sie auch unter der Form von größeren und kleineren Körnern in mechanischem Gemische mit den übrigen Bodengemengtheilen auf. — Bemerkenswerth erscheint es, daß das Oxyd, sobald es als Stellvertreter der Thonerde mit Kieselsäure vorkommt, fast dieselben Eigenschaften zeigt, wie der Thon; also eine schmierige, anklebende, zähe, wenig verdunstende Krume bildet (mancher Glimmerschieferboden des Thüringer Waldes). — Das Oxyd und Oxydhydrat sind es hauptsächlich, welche ein Bodengemenge eisenschüssig machen, wenn sie in solcher Menge in der Krume vorkommen, daß sie etwa 6—25 Proc. betragen.

Was nun den Einfluß dieser Eisenoxydationsstufe auf die Bodengemengtheile im Allgemeinen betrifft, so ist zu bemerken, daß sowohl das Oxyd, wie das Oxydhydrat wegen seiner dunkeln Färbung in der Regel die Erwärmungs- und Verdunstungsfähigkeit eines Bodens erhöht und demnach bei allzu starkem Auftreten oder bei Verbindung mit an sich hitzigen Bodengemengtheilen — z. B. mit Kalk oder Sand — oder endlich in einem schon durch seine sonnige und geschützte Lage zur Erhitzung geneigten Boden nicht nur zur Austrocknung und Aufhebung aller Krumenverbindung, sondern auch zur Hemmung des Verwesungsprozesses und zur Verbrennung der sich bil-

denden humösen Materien beitragen kann. — Ueber den Einfluß des Oxydes und Oxydhydrates im Besonderen auf einzelne Bodengemengtheile läßt sich dagegen vorzüglich Folgendes anführen:

1) Auf den Thon wirkt dasselbe unter sonst gleichen Verhältnissen um so günstiger ein, je freier derselbe von sandigen und kalkigen Beimengungen und je gleichmäßiger das Oxyd selbst mit ihm vermischt ist. Es vertritt alsdann den Sand, wie den Kalk und macht den Boden wärmer, lockerer und krümlicher; ja, es wirkt in diesem Falle selbst dann noch vortheilhaft auf ihn ein, wenn sein Gehalt über 10 Proc. hinaussteigt. Nur darf es nicht bloß mechanisch dem Thone beigemengt sein; denn in diesem Falle senkt es sich mit der Zeit in die tieferen Lagen der Thonkrume hinab, und dann hört seine günstige Wirksamkeit nicht nur ganz auf, sondern es kann alsdann selbst zur Verschlechterung des Thons noch mit beitragen. Wenn nämlich in einem solchen Thonboden Organismenreste liegen, welche sich wegen Mangel an Luft im fauligen Zustande befinden, so entziehen diese dem in ihrer Nähe liegenden Oxyde einen Theil seines Sauerstoffs (vgl. §. 64) und reduciren dasselbe hierdurch zu Oxydul, welches nun diejenigen Nachtheile hervorbringt, die oben schon erwähnt worden sind.

2) Auf den in einer Erdkrume befindlichen feinen Quarzsand übt das Oxyd, vorzüglich aber das Oxydhydrat einen merkwürdigen Einfluß aus. Es zieht nämlich denselben (— wie auch schon §. 66. unter 2. angedeutet worden ist —) an sich und verbindet sich mit ihm zu eigenthümlichen Adern, Lagern und Knollen. Am meisten übt es diese Gewalt dann aus, wenn es selbst nur mechanisch, in der Form von pulverigen Theilen oder Körnchen in einem Boden vorkommt, welcher zeitweise unter Wasser steht oder doch eine nasse Lage besitzt oder endlich lange unberührt und unbebaut gestanden hat. In einem sandigen Thon- oder eisenschüssigen Lehmboden zeigt sich diese Erscheinung sehr oft. Sie offenbart sich stets durch ockergelbe oder bräunliche Flecken und Adern, welche den Boden nach allen Richtungen durchziehen, oder auch dadurch, daß sich die Bodenmasse beim Austrocknen in blättrige Lagen theilt, die

zum Theil aus reinem Thon, zum Theil aus — durch Eisenoxyd verkitteten — Sandlagen bestehen. Die Formationen des rothen Todtliegenden, des bunten Sandsteins und Keupers liefern Belege der Art in großer Menge.

Bemerkungen. 1) Daß diese ganze Erscheinung nur in Folge des sich allmählig vermöge seiner Schwere und vermöge des Wasserdruckes senkenden und absondernden Eisens und Sandes vor sich geht, wird schon dadurch offenbar, daß sie fast nie in einem Boden vorkommt, welcher stets tüchtig umgearbeitet wird und nie müssig steht; ja, die Erfahrung lehrt sogar, daß in diesem Falle das Oxyd vermöge seiner Anziehung zum Quarzsande ein Beförderungsmittel der Bodenbindigkeit wird.

2) Nach Sprengel kommt dieselbe Erscheinung auch beim Oxydul vor, nur mit dem Unterschiede, daß dieses durch die aus den Düngstoffen frei werdende Kohlensäure und Humussäure aus seiner Verbindung mit dem Thone losgerissen wird. (Vgl. Sprengel's Bodenkunde S. 171.)

3) Mit diesen Sand-Eisenadern und Lagen ist nicht eine ähnliche Erscheinung zu verwechseln, welche sich bisweilen in einem eisenschüssigen Thon- oder Lehmboden unter gleichen Lager-Verhältnissen vorfindet. Es besteht dieselbe in eisenglänzenden Lagen, welche aus kleinen, durch Thontheilchen mit einander fest verkitteten Glimmerblättchen bestehen.

3) Auf den kohlensauren Kalk übt das Oxyd fast stets den nachtheiligen Einfluß aus, welcher oben im Allgemeinen schon angegeben worden ist. Und erscheint derselbe mit Thon zu Mergel verbunden, so wirkt es nur dann günstig ein, wenn der Thon der vorherrschende Gemengtheil ist und es selbst nicht in zu großer Menge oder mechanisch demselben beigemischt ist. Ist dies Letztere der Fall, dann zeigt sich eine ähnliche Erscheinung wie beim Sande: es bildet nämlich die Krume beim Austrocknen ein aus lauter Blättern und eckigen Stückchen bestehendes, wenig oder gar keinen Zusammenhang zeigendes, ewig Feuchtigkeit anziehendes und doch immer trockenes Gemenge. Die eisenschüssigen Thonmergel des bunten Sandsteins und Keupers zeigen dies leider nur zu oft.

4) Einen günstigen Einfluß zeigt das Oxyd, ähnlich wie der Thon, in einem warmen, mäßig feuchten Boden dadurch, daß es das durch die Düngerzersetzung frei werdende Ammoniak auffaugt und so an die Krume fesselt.

5) Zur Anziehung der in einem Boden vorkommenden freien Säuren hat das Oxyd weit weniger Neigung, als das Oxydul. Mit der Kohlensäure verbindet es sich gar nicht und mit den übrigen Säuren nur dann, wenn

1) es selbst nicht aus der Verwitterung von vulkanischen Eisenmassen (z. B. aus Rotheisenstein) entstanden ist, und

2) keine kohlensaure Erden (z. B. Kalk) und kein Ammoniak (wenigstens nicht im Ueberschusse) im Boden vorhanden sind, da diese Stoffe vermöge ihrer größeren Verwandtschaft zu den — gewöhnlich wässerigen — Säuren der Erdkrume die Anziehung des Oxydes verhindern.

Bemerkung. Auf dieses Ansaugungsvermögen der Säuren durch alkalische Erden und Alkalien gründet sich die Verbesserung eines an Eisensalzen leidenden Bodens durch gebrannten Kalk, Kalkschutt, Asche ꝛc.

§. 68.

Einfluß auf das Pflanzenleben. — Was zuerst den Einfluß des Oxyduls betrifft, so ist dieser ein in jeder Beziehung nachtheiliger. Liegt es in tieferen Lagen eines Bodens, so entzieht es fortwährend die aus der Düngerzersetzung frei werdende Kohlensäure den Pflanzenwurzeln, um sich in kohlensaures Eisenoxydul zu verwandeln; wird es an die Oberfläche des Bodens gebracht, so entzieht es wiederum den Düngermassen den zu ihrer vollständigen Zersetzung nöthigen Sauerstoff, so daß diese keine Nahrung für die Pflanzen erzeugen können. Dazu kommt noch, daß es alle freie Säuren des Bodens mit sich verbindet und in Folge davon Salze bildet, welche wegen ihrer leichten Löslichkeit von den Pflanzen aufgesogen werden und dann — wenn sie in zu großer Menge in das Pflanzeninnere gelangen — leicht den Tod derselben herbeiführen können.

Anders ist es dagegen mit dem Oxyde. Da dieses nur in seinem Hydratzustande oder in seinen Hydratsalzen leicht löslich ist, diese aber nur unter den im §. 64 angegebenen Bedingungen in einem Boden vorkommen, so ist es nicht in allen Fällen nachtheilig für das Pflanzenleben; ja, es kann, wenigstens mittelbar, sogar ein Beförderungsmittel desselben werden, wenn es mit einem zur Nässe geneigten Bodengemengtheile in dem Maße verbunden ist, daß es die schäd-

lichen Eigenschaften desselben durch sein Wärme-Anziehungsvermögen verbessert.

§. 69.

Zusatz. Das Manganoxyd und Manganoxydul finden sich häufig in Gesellschaft der Eisenoxyde; bisweilen vertreten sie sogar die Stelle derselben. Da sie in ihrem Verhalten gegen die übrigen Bodengemengtheile immer nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen, übrigens auch in ihren Wirkungen ziemlich den Oxyden des Eisens gleichen, so bedürfen sie weiter keiner Erwähnung. Am häufigsten hat man noch unter ihnen das kohlensaure Manganoxydul — und zwar vorzüglich in Mergel-Arten — aufgefunden.

B. Nebengemengtheile der Erdkrume.

§. 70.

Wie schon im §. 23 angegeben worden ist, so versteht man unter den Nebengemengtheilen eines Bodens alle diejenigen Bestandtheile desselben, welche keinen wesentlichen Antheil an der mechanischen Zusammensetzung seiner eigentlichen Krumenmasse nehmen. — Sie bilden im Allgemeinen das Magazin, aus welchem auf der einen Seite die Erdkrume selbst immer neue Hauptgemengtheile erhält und auf der andern Seite alle diejenigen Stoffe erzeugt werden, welche

1) die Erzeugung der Krumengemengtheile vermitteln, sei es nun durch die chemischen Verwandtschaften, die sie selbst gegen noch unzersetzte Bodentheile äußern, oder durch Herbeiziehung solcher Stoffe, welche nun Bodengemengtheile bilden helfen, — und
2) das Fruchtbarkeitsverhältniß des Bodens bestimmen.

Nach diesem zweifachen Wirkungskreise kann man die Bodennebengemengtheile eintheilen:

a. in Krumen-Vermehrungsstoffe. Sie sind schon durch bloßes Absieben von der Erdkrume zu entfernen. Zu ihnen gehören
   die Gerölle und Steine der mannichfachsten Art, und
   die Abwürfe und Ueberbleibsel von Organismen.
b. in Krumen-Zubereitungsstoffe. Sie können nur durch Schlämmung und chemische Prozesse von der Erdkrume getrennt werden und bestehen aus Säuren, Basen und Salzen.

a. Die Krumenvermehrungsstoffe.

§. 71.

Jede aus der Verwitterung von Felsarten entstandene Erdkrume ist mit einer größeren oder kleineren Menge unzersetzter oder wenigstens noch nicht ganz verwitterter Brocken und Körner von Steinen verschiedener Art untermengt. Diese Steinreste können entweder von denselben Felsmassen herrühren, aus deren Zerstörung die Erdkrume entstanden ist, oder durch Wasserfluthen mit dem Erdgemenge ver-

mischt worden sein. Für die sie bewahrende Erdkrume sind sie hauptsächlich von vierfacher Bedeutung:

1) Sie bilden ein Auflockerungsmaterial des Bodens, wodurch in demselben nicht nur ein fortwährender Luftwechsel unterhalten, sondern auch die Anhäufung von überschüssigem Wasser verhindert wird. Ueberwiegt ihre Menge nicht die Masse der Krumentheile und ist die Krume an sich nicht schon zu locker, luftig und verdunstungssüchtig — wie dies beim sandigen Boden der Fall ist — so ist diese Wirksamkeit der steinigen Beimengungen nur von Vortheil (z. B. für jeden stark thonigen Boden). — Ist aber ihre Menge zu groß, so rauben sie dem Boden nicht nur allen Zusammenhalt, sondern bilden auch für das Meteorwasser lauter Kanäle, durch welche dasselbe in die Tiefe des Bodens hinabgeleitet wird.

2) Sie schützen das Bodengemenge ebenso gegen alle zu starke Wärme, als gegen allzu große Kälte. Dies gilt vorzüglich von den Steinen, welche in den obersten Lagen einer Erdkrume oder geradezu auf derselben lagern. Indessen zeigen sich in dieser Beziehung nicht alle Gerölle von gleichem Werthe; am besten erscheinen diejenigen unter ihnen, welche sich im Sommer nicht so leicht erhitzen und im Winter die Wärme länger in ihrer Masse festhalten, als die sie umgebende Erdkrume; denn diese bieten im Sommer der Bodenfeuchtigkeit unter ihren Flächen Schutzwinkel gegen die Sonnengluth an und geben im Winter dem Boden von ihrer im Sommer angesammelten Wärme allmählig so viel ab, daß der Frost keinen rechten Eingang in denselben finden kann. Unter den gewöhnlichen Steinbeimengungen erfüllen die dichten scheinbar gleichartigen, dunkelgefärbten Gerölle, wie Basalt, Phonolith, Grünstein und dergleichen, diesen Zweck besser, als die körnigen ungleichartigen und hellgefärbten.

3) Eben weil sie den Boden im Sommer gegen allzu starke Austrocknung schützen und in Folge davon nicht leicht staubig werden lassen, bilden sie auch gar oft ein Mittel, durch welches die Krumen raubende Gewalt des Windes geschwächt wird. Und an abhängigen Lagen erschweren sie die Fortschläm-

mung des zwischen ihnen lagernden Erdreichs durch Wasserfluthungen.

4) Indem sie selbst mit der Zeit verwittern, vermehren sie die Masse der Erdkrume. Das beste Geröll in dieser Beziehung liefern, wie früher schon gezeigt worden ist, die feldspathreichen und die basaltischen Felsarten, die vulkanischen Tuffe und die an Bindemittel reichen Sandsteine; die schlechtesten Beimengungen dagegen für eine Krume geben die quarzreichen Gesteine, indem sie bei ihrer nur mechanischen Zertrümmerung den Sandgehalt des Bodens vermehren, und die an Eisenoxydul und Schwefelkies reichen Felsarten, da sie das Material für die oft so nachtheiligen schwefelsauren Eisenoxydulsalze liefern.

Zusatz: In Beziehung auf die Größe und Form unterscheidet man bei diesen steinigen Bodenbeimengungen:

1) Geschiebe, d. h. Felsbruchstücke von wenigstens 3 Zoll Durchmesser, wie sie durch Verwitterung, Frost und Wasserfluthen von Gebirgsmassen losgerissen und an deren Abhängen abgelagert werden;
2) Gerölle, d. h. Geschiebe, welche durch den Einfluß des Wassers abgerundet worden sind;
3) Grus, durch Verwitterung zerkleinerte, meist eckige Geschiebe oder Gerölle, von 1—2 Zoll Durchmesser;
4) Grand (Kies oder Schotter), runde Steinstückchen von $^1/_2$ bis 1 Zoll Durchmesser;
5) Sand, Körner unter $^1/_2$ Zoll.

§. 72.

Einer besonderen Erwähnung unter den mineralischen Nebengemengtheilen einer Erdkrume verdient noch der vom Landwirthe so gehaßte Raseneisenstein. — Wie schon im §. 66. 3. des Abschnittes A. angegeben worden ist, so zeigt sich dieses Eisenerz bald als poröse oder löcherige Massen, die aus locker mit einander verbundenen, staubartigen Theilen bestehen, bald in fester, derber oder tropfstein-, röhren-, knollen- und schlackenförmiger Gestalt (so namentlich das sogenannte Wiesenerz); bald als lose Zusammenhäufungen von kleinen Körnern, die häufig nur eine Rinde von dieser Eisenart, im Innern aber einen Kern von Quarz- oder Kalksand haben; bald endlich als eine Art Sandstein oder Conglomerat, bei welchem das Raseneisenerz das Verkittungsmittel der Sandkörner und Mineralbrocken abgibt.

Die chemischen Hauptbestandtheile des Raseneisensteins sind Eisenoxydhydrat und phosphor- und humussaures Eisenoxydul; beigemengt zeigen sich denselben vorzüglich phosphorsaures Eisenoxydul-Oxyd (Blaueisenerde oder Vivianit) und Manganoxyd oder auch Quarzsand und Thon.

Bemerkung. Die Gewichtsmengen, unter denen sich diese Stoffe zum Raseneisenstein verbinden, bleiben sich nie gleich, wie man aus der tabellarischen Zusammenstellung verschiedener chemischer Analysen von Raseneisensorten in Bronn's Geschichte der Natur II. 378—380 ersehen kann, wo man überhaupt interessante Notizen über dieses Erz vorfindet.

Man findet dieses Eisenerz hauptsächlich an folgenden Orten:

1) in Bruch-, Torf- und Moorgegenden entweder auf der Sohle von Torfmooren oder in Wechsellagerungen mit dem Torf, oder an der Oberfläche von Bodenarten, die sich auf trockengelegten oder ausgestochenen Torflagern befinden oder so nahe an Torfmooren lagern, daß sie bei starken Regengüssen von dem Wasser dieser Moore überfluthet werden;
2) in Sand- und Heidegegenden, vorzüglich in solchen Ackerkrumen, welche am Fuße von kleinen Hügeln lagern;
3) in Bodenarten, welche am Ufer von Flüssen liegen, die sehr viel Schlamm führen und ihn bei ihren periodischen Ueberfluthungen auf dem Lande absetzen;
4) auch in Waldungen da, wo sich viele sogenannte Wassergallen befinden oder wo früher Sümpfe standen.

Unterwirft man diese Ablagerungsorte des Raseneisensteins einer genauen physikalischen und chemischen Prüfung, so erhält man folgende Resultate über das Vorkommen und die Bildung dieses Eisensalzgemenges:

1) die Orte, wo Raseneisenstein entstehen soll, müssen viel hydratische Eisenoxyde und freie Kohlen-, Humus- und Phosphorsäure besitzen. Dies ist namentlich der Fall
   a. in Sumpf- und Torfmooren, wo einerseits durch den Fäulniß- und Gährungsprozeß thierischer, wie vegetabilischer Substanzen nicht bloß eine Menge von den oben genannten Säuren, sondern auch kohlensaures Eisenoxydul, andrerseits durch die mineralische Umgebung hin-

länglich Eisenoxydhydrat producirt wird, um Raseneisen bilden zu können;

b. in den mit Gewächsen bestandenen Sandkrumen, welche theils aus der Verwitterung der eisenreichen Sandsteine in der Formation des bunten Sandsteins und Keupers, theils aus dem eisenschüssigen Sande des Diluviums gebildet worden.

2) Die eben beschriebenen Orte müssen eine undurchlässige Bodensohle haben, so daß sich die aus der Oberkrume niedersinkenden Eisensalze und Eisenoxydationen daselbst ansammeln und mit einander verbinden können.

3) Es muß von außen her Luft zu den im Wasser gelösten Eisensalz-Gemengen treten können, damit sie sich höher oxydiren, verdichten, niederschlagen und fest werden. Dies kann nun geschehen

a. dadurch, daß durch des Sommers Hitze die obere Krume so ausgetrocknet wird, daß selbst das in Eisensalz gelöste Wasser des Untergrundes verdunstet oder von der durstigen Oberkrume in die Höhe gesogen wird und hier seine Salze beim Verdunsten absetzt. In dem letzten Falle erzeugt sich namentlich bei trockenen Sommern eine ockergelbe bis braune Eisenkruste, welche entweder um die einzelnen Sandkörner der Krume eine Rinde oder bei sehr reichlicher Menge ein Verkittungsmittel der Krumentheile bildet (viele Sandböden der norddeutschen Diluvialebene).

b. dadurch, daß Torfmoore entweder durch Abstich oder durch Anlegung von Wasser-Abzugskanälen trocken gelegt werden (viele Ländereien Nord- und Westdeutschlands, welche auf ehemaligen Torfmooren liegen).

4) Sehr häufig trägt eine geneigte Lage des undurchlässigen Untergrundes viel zur Bildung von Raseneisenstein bei, indem dadurch die auf diesem Untergrunde sich sammelnde Eisenlösung nach niedriger gelegenen Stellen fortgefluthet wird, wo sie leichter mit der Luft in Berührung kommen kann. Es zeigt sich alsdann dieses Eisengemenge in Bodenarten, die an

sich selbst gar keine Stoffe zur Bildung desselben besitzen. Dies tritt vorzüglich bei sandigen oder auch lehmigen Bodenarten ein, welche sich am Fuße oder auch an tiefer gelegenen Stellen von Hügeln befinden, die eisenschüssigen Sand enthalten.

Sind diese Bedingungen alle gegeben, dann geht die Rasen-eisenbildung im Allgemeinen etwa auf folgende Weise vor sich: Die durch den Zersetzungsprozeß der organischen Substanzen entstandene freie Humus- und Phosphorsäure löst das im Boden befindliche oder herbeigefluthete Eisenoxydulhydrat und kohlensaure Eisenoxydul und bildet nun mit dem Eisen humussaures und phosphorsaures Eisenoxydul und Eisenoxydulhydrat, welches beim Zutritt der Luft höher oxydirt und durch Verdunstung seines Lösungswassers niedergeschlagen wird, und nun entweder sich mit den vorhandenen Sand- und Thontheilen des Bodens verbindet oder für sich allein zusammenhängende Eisenmassen darstellt. Dieser Eisenbildungsprozeß wird so lange dauern, als der Boden noch Stoffe dazu produciren kann. Darum hilft auch einem an Raseneisenstein leidenden Boden nicht das Wegschaffen seiner schon vorhandenen Eisenmassen, sondern nur das Verstopfen der Quellen zur Bildung derselben, z. B. durch Kanäle, welche das Eisenwasser des Untergrundes wegfluthen.

Bemerkung 1. Nach Sprengel (Bodenkunde, S. 103) bildet sich der Raseneisenstein am Fuße von Hügeln auf folgende Weise:

„Das in den Boden eindringende Regenwasser schwängert sich mit der Kohlen- und Humussäure der oberen Erdschicht und löst mittelst derselben das in den tieferen Schichten des Sandes befindliche Eisenoxyd, Eisenoxydul und phosphorsaure Eisenoxyd auf; damit beladen zieht es nun dem niedriger gelegenen Theile des Feldes zu und bleibt daselbst wegen Undurchdringlichkeit des Untergrundes stehen. Hier oxydirt sich aber das Eisenoxydul, was in der Kohlensäure aufgelöst ist, durch Luftzutritt höher und schlägt sich als Eisenoxydhydrat nieder, wobei Kohlensäure als Gas entweicht. Das Wasser, welches jetzt noch das humussaure und phosphorsaure Eisenoxyd gelöst enthält, verdunstet allmählig, und in demselben Maße setzen sich dann auch diese Körper mit dem Eisenoxydhydrat vermischt, Sand und Thontheile oft umhüllend, ab.“

Bemerkung 2. Nach Walchner's Handbuch der Geognosie, (2. Aufl., 3. Lieferung, S. 351) soll das phosphorsaure Eisen des Raseneisensteins vorzüglich von den in Mooren und schlammigen Wassern lebenden Infusorien, namentlich von der Gallionella ferruginea, abstammen.

Ueber den Einfluß des Raseneisensteins auf das Pflanzenleben herrschen verschiedene Ansichten. Im Allgemeinen kann er nur den Gewächsen schaden, wenn er in reinem oder humussaurem Wasser löslich ist, indem er dieselben dann mit zu viel Eisen versieht. Das ist aber der Fall mit dem im nassen Untergrunde vorkommenden, noch zu viel Oxydul enthaltenden Raseneisensteine, welcher gewöhnlich gelblich aussieht. Im Besondern dagegen möchte er eher dadurch schädlich werden, daß namentlich in an sich ärmlichen Sandkrumen durch seine Bildung den Gewächsen fortwährend die für ihre Ernährung so wichtige Phosphor- und Humussäure entzogen wird.

(Im Uebrigen vergleiche das, was weiter hinten im §. 113 vom phosphorsauren Oxydul und Oxyde und im §. 122 unter 6 u. 7 von den humussauren Salzen des Eisens mitgetheilt wird.)

§. 73.

Außer dem Raseneisenstein findet an der Oberfläche von Krumen, — welche an Hügeln liegen, die eisenschüssigen Sandboden enthalten, mit Nadelholz bewachsen sind und von Quellen durchzogen werden —, noch eine andere Art von Eisenbildung Statt, die unter dem Namen „Bohnerz“ allgemein bekannt ist. Wo die absterbenden Wurzeln der Nadelhölzer das den Boden durchdringende Regenwasser aufsaugen, da bildet sich bei ihrer Verwesung eine eigenthümliche Säure, welche das Eisen-Oxydul oder Oxyd des Bodens so reichlich aufzulösen vermag, daß der sie umgebende Sand bräunlich, rosenroth und endlich weiß wird. Das Wasser sinkt mit seiner Eisenlösung bis zum Untergrunde hinab und fluthet dann, wenn sonst dieser Untergrund undurchdringlich ist und eine geneigte Lage hat, demselben entlang nach den tiefer gelegenen Orten des Bodens zu. Hier aus der Bodenoberfläche heraus an die Luft tretend und sich mehr ausbreitend setzt es — theils bei seiner Verdunstung, theils durch Einfluß der Luft — seinen Eisengehalt auf dem Sande oder den Moosdecken des Bodens unter der Form eines gelatinösen Eisenschlammes ab, der nun beim Austrocknen sich in ungleich große Stücken trennt. Bei noch stärkerer Austrocknung heben sich die Ränder dieser Stücken und bilden so aus den einzelnen Stücken hohle Scheiben, deren nasser Mittelpunkt noch am Boden festsitzt. Der erste kräftige Windstoß reißt diese Scheiben los, rollt sie über den Boden weg, und es entstehen hohle Kugeln —

ein Bohnerz —, die ihrer Form und Leichtigkeit wegen in der ganzen Gegend vom Winde umhergestreut werden.

Vergl. A. Kindler in den Jahrbüchern der Mineralogie 1837. S. 697. — oder: Bronn's Geschichte der Natur, II. S. 382. — oder: Walchner's Handbuch der Geognosie. 2. Aufl. S. 352.

Zu bemerken ist, daß diese Bohnerzbildung, die sich mehr im Hügellande der Sandsteinformationen vorfindet, oft mit dem Raseneisensteine verwechselt wird.

§. 74.

Außer den Mineralresten finden sich in der Erdkrume, sobald auf ihr erst das Pflanzenleben erwacht ist, auch noch die Abwürfe und Ueberreste von Organismen der verschiedensten Art. Am gewöhnlichsten unter diesen erscheinen in einem Naturboden die Wurzeln der Pflanzen. Sie sind es daher auch, von denen hier vorzugsweise die Rede sein kann. Je nach der Beschaffenheit ihres inneren Baues und ihrer Form zeigen sie sich bald vortheilhaft, bald nachtheilig für die sie umfassende Krume. Vortheilhaft wirken sie im Allgemeinen auf dieselbe ein, wenn sie unter der Form von weichen, saftigen, vereinzelten Büschel- oder Pfahlwurzeln auftreten; denn unter diesen Verhältnissen verwesen sie nicht nur leichter, sondern theilen sie auch ihre Verwesungsprodukte in dem Boden gleichmäßiger aus; machen sie nicht nur den festen, bindigen Boden locker und für die Aufnahme von Luft empfänglich, sondern bilden sie auch für den allzu losen Sandboden ein Verbindungsmittel seiner Krumentheile und dadurch eine Schranke gegen seine sonst allzu schnelle Wasserverdunstung — (Wurzeln der Stauden und Hülsenfrüchtler). — Mehr nachtheilig zeigen sich dagegen die harten, zähen und fast holzigen Wurzeln, zumal die aus unzähligen, holzigen, Zasern bestehenden Filzwurzeln, welche mehr oberflächlich im Boden ausgebreitet sind. Denn

1) schließen sie die Erdkrume gegen allen Einfluß der Atmosphärilien ab und stören dadurch alle chemischen und physikalischen Prozesse, welche für die Verbesserung einer Krume nothwendig sind. Die nächste Folge davon ist, daß sie selbst nicht gehörig verwesen können;

2) halten sie zwar im Winter die Kälte ab, aber eben durch ihr Warmhaltungsvermögen erhitzen sie auch den Boden im Sommer übermäßig und bewirken dadurch, daß eine ohnedies zur

Erhitzung geneigte Krume wie heißer Staub und eine an sich nasse Krume wie ein kochender Teig wird, ohne doch ihre Nässe verdunsten zu können;

3) heben sie die Gleichmäßigkeit in der Krumenmengung auf, indem ihre Zaserwurzeln — wie die Fangarme eines Polypen — die in ihrer Nähe lagernden Krumentheile fest umstricken und zu einem mehr oder minder festen Erdmörtel zusammendrücken, welcher ganz unempfänglich für alle Luft und Feuchtigkeit wird;

4) brauchen sie wegen ihrer dürrholzigen Struktur sehr lange Zeit zu einer vollständigen Verwesung, so daß Jahre verstreichen, ehe man nur eine geringe Veränderung in ihrer Beschaffenheit bemerkt. Hauptsächlich ist dies der Fall in einem sehr warmen, trocknen Boden. Ist nun endlich einmal ihr Verwesungsprozeß begonnen, so ziehen sie — namentlich mit ihren unteren Theilen, zu denen von außen her keine Luft gelangen kann — dem Boden alle Feuchtigkeit weg und dürren ihn auf diese Weise vollends aus.

Von den übrigen Theilen der Pflanzen findet man nur dann Abfälle in dem Boden selbst, wenn derselbe entweder durch den Menschen umgearbeitet oder von wiederholten Wasserfluthen (z. B. an den Ufern der Gewässer oder in Gebirgsbecken) überschwemmt wird. Die blattartigeren und weicheren Theile derselben verhalten sich dann ähnlich wie die saftigen Wurzeln, wenn der sie umschließende Boden nicht zu naß und kalt ist und sie selbst nicht in zu großer und dichter Masse vorkommen. Ist dies Letztere der Fall, dann gerathen sie, statt vollständig zu verwesen, in eine faulige Gährung, in Folge deren sie sauren Humus oder Torf bilden. Enthält nun ihre Krume Eisenoxyd, so reduziren sie dasselbe zu Eisenoxydul, indem sie ihm den Sauerstoff zum Theil entziehen, um verwesen zu können, und geben dadurch oft Veranlassung zur Bildung des so verrufenen Raseneisensteins. Die Stengel, Halme und Ueberreste der Holzstämme sind gewöhnlich von derberer Consistenz, als die Blätter; sie bedürfen daher auch längerer Zeit und mehr Feuchtigkeit, um verwesen zu können. In einem an sich guten und nahrhaften Boden geben sie deßhalb ein für die Länge der Zeit nachhaltiges Nahrungsmagazin und, ist die sie einschließende Ackerkrume streng und zur Undurch-

läſſigkeit geneigt, oft ein gutes Lockerungsmittel ab. In einem heißen, lockeren, armen Sandboden dagegen nützen ſie in der Regel nicht viel; theils weil ſie denſelben nur noch lockerer, luftiger und darum zum Ausdürren noch geneigter machen, als er ſchon von Natur iſt, theils weil ſie zu lange unzerſetzt in ihm bleiben. Ganz beſonders gilt dies von den Heideſtengeln und benadelten Kiefern- und Fichtenzweigen; denn dieſe geben unter der angegebenen Bodenbeſchaffenheit auch noch oft Veranlaſſung zur Erzeugung des früher beſchriebenen Wachs- oder Harzhumus. Die hohlen Halme der grasartigen Gewächſe bedürfen zwar in einem ſolchen zur Ausdürrung geneigten Boden auch ſehr langer Zeit, um vollſtändig verweſen zu können, allein ſie haben doch das Gute, daß ſie mit ihren hohlen Stengeln Feuchtigkeit anſaugen und anſammeln, und auf dieſe Weiſe ihren Boden gegen gänzliche Ausdürrung ſchützen.

§. 75.

Von den thieriſchen Abfällen endlich, welche in den meiſten Fällen verbeſſernd auf den Boden einwirken, kommen verhältnißmäßig nur wenig und dieſe auch mehr an Oertlichkeiten und an kultivirtes Land gebunden vor. Sie erſcheinen im Allgemeinen als die reichſten Erzeuger der, hauptſächlich Stickſtoff haltigen, alkaliſchen Salze. Indeſſen bedürfen ſie eines mehr feuchten Bodens, wenn ſie mit wahrem Nutzen auf die Gewächſe deſſelben einwirken ſollen, da die von ihnen geſpendeten Nahrſtoffe zu den hitzigſten und deßhalb einer ſtarken Verdünnung bedürfenden gehören.

Bemerkung. Man hat die Erfahrung gemacht, daß die Düngſtoffe der Thiere um ſo reicher an Alkalien, aber auch um ſo hitziger ſind, je höher die produzirenden Thiere in der Ausbildung ihres organiſchen Baues ſtehen. Unter den Vögeln liefern die Hühner, Sumpf- und Waſſervögel den ſtärkſten Dünger (Guano); unter den Säugethieren findet etwa von unten nach oben folgende Reihenfolge in der Hitzigkeit des produzirten Düngers Statt: Vielhufer (Schwein), Zweihufer (Rindvieh, Ziegen, Schafe); Einhufer (Eſel, Pferd); Klauenthiere, Krallenthiere (Hund, Fuchs, Katze); Menſch ꝛc.

b. Krumenzubereitungsstoffe.

§. 76.

Der Sauerstoff und die Kohlensäure der Atmosphäre sind zwar als die Universalreagentien zu betrachten, durch welche das feste Gestein und der Organismen-Körper in Erdkrume umgewandelt werden, allein sie sind nicht die einzigen Mittel, durch welche diese Umwandlungen hervorgebracht werden können. Denn es gibt der Fälle genug, wo ihr Zutritt ganz abgeschlossen und dadurch ihre Wirksamkeit so gehemmt ist, daß dieser Umwandlungsprozeß aufhören oder gar nicht beginnen würde, wenn nicht die Natur noch andere Stoffe geschaffen hätte, welche einerseits im Stande sind, schon aus ihrer nächsten Umgebung — z. B. dem die Erdkrume bedeckenden Wasser — so viel Sauerstoff oder Kohlensäure an sich zu ziehen, daß sie sich dadurch befähigen, die sie umgebenden Mineral-, wie Organismenkörper in Erdkrume umzuwandeln —, oder andererseits in diesen letztgenannten Körpern schon fertig daliegen und nur auf den Augenblick warten, wo sie durch das Aufhören der Lebenskraft oder durch das überall thätige Wasser von ihren Banden befreit werden, um dann auch schnell ihren bisherigen Sitz zu zerstören. Zu diesen Gehülfen der atmosphärischen Stoffe und Kräfte gehören die Säuren, Basen und Salze. — Man kann daher mit vollem Rechte sagen, daß

1) sich zersetzende Mineralien und Organismen um so schneller und um so mehr zu Erdkrume umgewandelt werden, je mehr die auf sie einwirkenden Atmosphärilien von diesen Stoffen unterstützt werden; und
2) eine Erdkrume um so mehr Umwandlungen erleidet, je mehr Säuren, Basen und Salze in ihr vorhanden sind.

a. Säuren.

§. 77.

Was zunächst nun die in einer Erdkrume vorkommenden Säuren betrifft, so sind hier namentlich zu erwähnen: die Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Kieselsäure, Kohlensäure und Humussäure. Die vier ersten der genannten Säuren, unter denen die Schwefelsäure vorzüglich durch den Zersetzungsprozeß von Schwefelkiesen oder schwefelhaltigen Pflan-

zentheilen; die Phosphorsäure namentlich durch die Verwesung thierischer Substanzen, z. B. der Knochen; die Salzsäure hauptsächlich durch Zersetzung des Kochsalzes oder Salmiaks; die Salpetersäure endlich vorzüglich durch den Verwesungsprozeß stickstoffhaltiger organischer Substanzen, sowie auch durch Gewitterregen erzeugt werden — haben eine so ausgebreitete Verwandtschaft, daß sie fast in jedem Boden Basen vorfinden, mit denen sie Verbindungen eingehen können. Die Folge davon ist, daß man sie nur sehr selten frei in einem Boden vorfindet; am ersten noch unter ihnen die Schwefelsäure, und zwar dann, wenn in einem nassen Boden sehr viel verwitternde Schwefelkiese, aber wenig andere Salzbasen vorkommen.

Anders dagegen ist es mit der Kiesel-, Kohlen- und Humussäure. Die Verwandtschaften dieser Säuren sind im Verhältniß zu den obengenannten so schwach, daß sie von jeder derselben aus ihren Verbindungen losgerissen und folglich frei gemacht werden können. Dazu kommt noch, daß sie unter sich selbst wieder feindlich auf einander einwirken und zwar so, daß die Kohlensäure die Basen der Kieselsäure an sich zieht und die Humussäure die Verbindungen der Kohlen- und Kieselsäure zerstört und dadurch diese beiden Säuren frei macht. Es folgt daraus, daß in einem Boden, welcher kieselsaure Salze enthält, deren Basen Verwandtschaft zur Kohlen- oder Humussäure haben, freie Kieselsäure vorkommen muß, sobald diese Säuren in ihm auftreten. Ebenso geht daraus auch hervor, daß die kohlensauren Salze mehr und mehr verschwinden müssen und freie Kohlensäure erscheinen muß, sobald die Humussäure zu wirken beginnt.

α. Die Kieselsäure.

§. 78.

Die Kieselsäure ist eine so schwache Säure, daß sie im Wasser aufgelöst sehr wenig oder gar nicht röthend auf blaue Pflanzenfarben einwirkt und überhaupt erst bei einer höheren Temperatur den Charakter einer Säure offenbart. Wegen ihrer Schwäche wird sie von fast allen Säuren aus den meisten ihrer Verbindungen ausgeschieden, so namentlich aus ihrem Verbande mit den Alkalien, alkalischen Erden und Metalloxyden. Nur mit der

Thonerde ist sie so fest verbunden, daß erst stärkere Säuren — wie die Schwefelsäure — sie von derselben loszutrennen vermögen, und zwar gewöhnlich nur dann, wenn die kieselsaure Thonerde vorher geglüht worden ist oder sich in einem fein zertheilten Zustande befindet. — Wird sie unter Hülfe von Wasser durch Säuren aus ihrem Verbande gerissen, dann erscheint sie in flüssiger oder gallertiger Form und dadurch geeignet zur Aufnahme in den Pflanzenkörper. Sowie aber das sie gelöst haltende Wasser verdunstet, erstarrt sie allmählig zu einer pulverförmigen Masse (amorphe Kieselerde) und verliert dadurch nicht nur ihre Auflöslichkeit im Wasser ganz und gar, sondern auch ihr Vermögen, mit Basen Salze bilden zu können. Nur gegen Thon und Eisenoxydationen äußert sie alsdann noch eine eigenthümliche Art von Anziehung, vermöge deren sie in gewissen Fällen diesen Stoffen so fest adhäriret, daß sie oft kaum durch wiederholtes Schlämmen von denselben zu trennen ist. (Vgl. §. 35 unter 7 und §. 66 unter 2.)

§. 79.

Nach dem eben Mitgetheilten erscheint demnach die freie Kieselsäure in der Erdkrume entweder unter flüssiger oder fester Gestalt. In der letzten Form hat sie die Eigenschaften des Quarzsandes, dessen Natur schon oben §. 27 und §. 31 und §. 32 erörtert worden ist. Es ist deßhalb hier nur von der flüssigen Kieselsäure die Rede. In dieser Form kann sie nur in einem Boden vorkommen, welcher

1) eine Umgebung oder Bedeckung von verwitternden Felsarten hat, deren Hauptgemengtheile kieselsaure Salze sind, und so gelegen ist, daß das niederfallende Meteorwasser die durch den Verwitterungsprozeß frei und löslich werdende Kieselsäure gleich dem Boden überliefern kann;
2) eine Feuchtigkeit haltende Krume besitzt, welche indeß doch nicht so naß ist, daß sie den Atmosphärilien den Zutritt in ihr Inneres versperrt. Denn ist dies Letztere der Fall, dann können die in ihr vorhandenen kieselsauren Verbindungen weder durch den Sauerstoff, noch durch die Kohlensäure getrennt werden. Eine solche Krume wird dann höchstens die durch den Verwitterungsprozeß ihrer Umgebung entstandene freie Kieselsäure enthalten. Unter den gewöhnlichen Krumengemengtheilen be-

sitzen der Thon, Lehm und Mergel die meisten kieselsauren Salze. In ihnen kann daher auch am ersten freie Kieselsäure entstehen. Da aber der Thon häufig zu naß und dann gegen die Atmosphärilien abgeschlossen ist, so wird er trotz seiner großen Menge kieselsauren Salze im Verhältnisse weniger freie lösliche Kieselsäure liefern, als der Lehm und Thonmergel, welche mehr dem Einflusse der Atmosphärilien geöffnet sind.

3) eine nicht zu starke Verdunstungskraft besitzt. Denn in diesem Falle wird die Kieselsäure ihr Lösungswasser verlieren und in Folge davon zu unlöslichem Pulver erstarren. In einem vorherrschend sandigen oder kalkigen Boden wird immer nur wenig oder gar keine lösliche Kieselsäure angetroffen werden, — im kalkigen Boden vielleicht auch deswegen nicht, weil der Kalk von Natur keine Kieselsäure besitzt und sich mit ihr zu Kieselkalk verbindet, wenn er mit ihr in Berührung kommt;

4) viele Verwesungsstoffe enthält; denn durch diese werden einerseits Säuren — Humus- und Kohlensäure — entwickelt, welche sich die Basen der Kieselsäure aneignen, andererseits aber auch selbst lösliche Kieselsäure frei gegeben (z. B. durch verwesende Gräser und sonstige Halmgewächse).

§. 80.

Für das Leben der Gewächse ist die lösliche Kieselsäure von hoher Bedeutung. Ganz besonders gilt dies von allen Pflanzen aus der Familie der Grasarten oder Halmgewächse. Für sie ist diese Säure das Festigungsmittel ihrer sämmtlichen Körperglieder. Daher kommt es, daß diese Familie von Gewächsen auf einem Boden, welcher wenig oder keine Kieselsäure enthält, nur weiche, kraftlose, umknickende Halme und schlechte oder gar keine Früchte treibt. Daher kommt es aber auch, daß der Lehm und Mergel, sowie ein nicht zu zäher Thonboden die beste Wohnstätte aller Wiesengräser und Getreide-Arten ist.

β. Die Kohlensäure.

§. 81.

Auch die Kohlensäure gehört nur zu den schwachen Säuren, da sie von allen übrigen Säuren, ja in gewissen Fällen sogar — z. B. im kohlensauren Kalke — von der Kieselsäure aus ihren Verbindungen ausgetrieben werden kann. Von Natur luftförmig geht sie nur dann Verbindungen mit Salzbasen ein, wenn sie im Wasser, welches sie übrigens sehr begierig auffaugt, aufgelöst ist. Die von ihr gebildeten alkalischen Salze sind sämmtlich im Wasser löslich; ihre Verbindungen mit alkalischen Erden und Metalloxyden dagegen erscheinen nur dann löslich, wenn sie überschüssige Kohlensäure besitzen, d. h. saure Salze sind. In dieser letztgenannten Eigenschaft liegt die Ursache, warum kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia oder kohlensaures Eisenoxydul nur dann vom Wasser aufgelöst wird, wenn dasselbe viel Kohlensäure enthält. — Zur Thonerde hat sie gar keine Verwandtschaft und zum Eisen nur so lange, als sich dasselbe im Zustande des Oxyduls befindet. Sowie dasselbe sich in Oxyd umwandelt, wird seine Kohlensäure frei.

§. 82.

Wie durch höhere Oxydation des kohlensauren Eisenoxyduls, so wird noch durch eine Menge anderer Prozesse, z. B. durch die allmählige Verwitterung, durch das Meteorwasser und die Zersetzung kohlensaurer Salze mittelst stärkerer Säuren fort und fort eine Menge freier, im Wasser gelöster Kohlensäure dem Boden überliefert. Das reichhaltigste Lieferungsmittel dieser Art aber geben die im Verwesungs- oder Gährungsprozesse begriffenen Organismenreste des Bodens ab. Denn sie produziren Kohlensäure eines theils unmittelbar durch die Verbindung ihres Kohlenstoffes mit dem Sauerstoffe, andererseits mittelbar durch eine Menge aus ihrer Zersetzung frei werdender Säuren — z. B. Schwefel-, Phosphor- und Salpetersäure —, welche die an Salzbasen des Bodens gebundene Kohlensäure aus ihren Verbindungen losreißen. Man kann daher wieder mit vollem Rechte sagen, daß ein gut gedüngter Boden das beste und reichhaltigste Erzeugungsmagazin, wie für die Kieselsäure, so auch für die Kohlensäure ist.

§. 83.

Welch' hohen Werth die Kohlensäure als Pflanzennahrungsmittel besitzt, bedarf wohl keiner Erwähnung, da es bekannt genug ist, daß sie das einzige Mittel abgibt, welches den Gewächsen den zum Bau ihres Körpers nöthigen Kohlenstoff liefert. Daß indessen dies beste aller Pflanzennahrungsmittel auch nachtheilig wirken kann, wenn es in zu großer Menge (nach der Erfahrung sollen 12 Proz. Kohlensäure schon nachtheilig wirken) und noch dazu in einem allzu nassen und an Alkalien armen Boden vorkommt und außerdem die Witterung trübe, naß und kalt ist, lehrt die tägliche Erfahrung: Bleichsucht der grünen Pflanzenglieder; kraftlose Stengel, unvollkommene, taube Blüthen und samenlose Früchte sind häufig die Folgen von im Uebermaß genossener und unverdaut gebliebener Kohlensäure.

γ. Die Humussäure.

§. 84.

Da schon im §. 15, 16 und §. 21 die Eigenschaften des Humus und seiner Säure betrachtet worden sind, so bedarf es hier wohl kaum der Erwähnung,

1) daß die Humussäure nur dann frei in einem Boden vorkommen kann, wenn derselbe ebenso arm an Salzbasen ist, wie die Gewächse, aus deren Zersetzung diese Säure entstanden ist, wenn der Boden sehr naß und die Menge der verwesenden Gewächse sehr groß ist;
2) daß diese Säure sich weiter zersetzt und in Kohlensäure umwandelt, sobald der sie im Uebermaß enthaltende Boden umgelockert und dem Einflusse der Wärme und des atmosphärischen Sauerstoffs zugänglich gemacht oder durch Abzugsgräben entwässert wird;
3) daß sie gebunden wird, sobald dem Boden eine gehörige Menge von Salzbasen, zu denen sie Verwandtschaft hat, oder von Stoffen, welche sie mechanisch an sich binden — z. B. gebrannter Thon, verwitternder Schutt von Feldspathgesteinen — zugesetzt wird.

Die Humussäure zeigt sich für das Pflanzenleben bald nach-

theilig, bald nützlich. Nachtheilig zeigt sie sich stets, wenn sie in zu großer Menge frei und im Wasser gelöst in einem Boden vorkommt: nur die sogenannten Torfpflanzen, wie Woll-, Binsen-, Riedgräser, Simsen, Läusekraut, Sonnenthau (**Drosera**), Sumpfheide und etwa Erlen fühlen sich alsdann wohl; alle übrigen Gewächse, welche zu ihrem Gedeihen irgend einer Quantität Salz bedürfen, werden in einer an Humussäure reichen und an Alkalien armen Erdkrume nicht gedeihen.

Zusatz. Bei dem Gährungs- und Verwesungsprozesse vegetabilischer Substanzen zeigen sich noch mancherlei Säuren, die beim fortschreitenden Zersetzungsprozesse jener pflanzlichen Massen auch in Humus- und Kohlensäure umgewandelt werden, und sich darum nur selten und unter bestimmten Verhältnissen in einer Erdkrume zeigen. Die wichtigsten unter diesen Säuren sind:

1) die Apfelsäure, welche überall da entsteht, wo Früchte aus der Familie der Kern- und Obstfrüchtler, Stachel-, Johannis- und Berberitzenbeeren, Heidel-, Erd- und Brombeeren ꝛc. in Gährung übergehen. Sprengel hat sie in sehr humusreichem und torfigem Boden vorgefunden. Auch zeigt sie sich da, wo die obengenannten Früchte auf einem sehr feuchten Boden keimen.

2) Die Citronensäure, welche mit der Aepfelsäure in den meisten der genannten Früchte verbunden vorkommt, zersetzt sich leichter, als jene Säuren, und möchte daher schwerlich in einem Boden vorkommen.

3) Die Essigsäure, welche im Safte sehr vieler Pflanzen, namentlich der Bäume, entweder frei oder an Basen gebunden vorkommt und sich bei der freiwilligen Zersetzung vorzüglich von Früchten oder bei der Verkohlung von Holz bildet. Auch sie wird leicht an der Luft in Kohlensäure umgewandelt und deshalb wohl nur selten (in einem nassen, gegen die Luft mehr oder weniger verschlossenen Boden) angetroffen.

4) Die Kleesäure, welche namentlich in den Säften der Arten von Rumex, Oxalis, Valeriana, Tormentilla, ferner in den Eschen, Ulmen und Eichen, in den Flechten ꝛc. an Salzbasen, besonders Kalkerde und Kali gebunden, vorkommt. Nach Sprengel hat man sie mit Eisenoxydul in Braunkohlenlagern Böhmens gefunden. Frei möchte sie nur in einem an Humussäure reichen Boden vorkommen.

5) Die Gallussäure, welche vorzüglich in den Rinden, Blättern und Samen vieler Baumarten aus der Familie der Kätzchenfrüchtler, in den Haiden und Heidelbeerarten vorkommt, wird wohl nie im Boden frei vorkommen können, da

sie sich im Wasser gelöst äußerst leicht an der Luft in Humussäure zersetzt.

Alle eben angegebenen Säuren haben zwar große Verwandtschaften zu Salzbasen, werden aber doch von der Humussäure aus ihren Verbindungen losgerissen. In einem Boden daher, welcher viel Humussäure entwickelt oder besitzt, werden dieselben frei werden können. Stehen in einem solchen Boden nun Gewächse, so saugen diese die frei gewordenen Säuren schnell auf, ehe sie noch von der Luft zersetzt werden können; oder befinden sich in ihm noch unzersetzte, kieselsaure Doppelsalze, so werden sie von jenen Säuren aufgeschlossen und entweder gleich zur Aufnahme in den Pflanzenkörper tauglich gemacht oder später durch Zersetzung ihrer Säuren in kohlensaure Salze umgewandelt. — Für die Zersetzung der Felsarten mögen diese organischen Säuren von großer Wichtigkeit sein, da ja gerade die Gewächse, welche auf fast nackten Felsflächen wachsen, wie Flechten, Sedum- und Sempervivum-Arten, die meisten der angegebenen Säuren bei ihrer Zersetzung produziren.

b. Basen und Salze.

§. 85.

Stoffe, welche mit Säuren verbunden Salze bilden (Salzbasen), kommen im freien Zustande nur dann in einer Erdkrume vor, wenn dieselbe einerseits gar keine oder wenigstens nicht eine solche Säure enthält, zu der die vorhandenen Salzbasen Verwandtschaft besitzen, oder andererseits die Menge der gegenwärtigen Säuren nicht ausreicht, um die Menge der Basen in Salze umzuwandeln. — Der Fall, daß ein Boden gar keine Säuren enthielte, möchte nur sehr selten vorkommen, da ja mit jedem Tropfen Regen- oder Thauwasser schon der Erdkrume wenigstens etwas atmosphärische Kohlensäure zugeleitet wird; möchte vielleicht nur dann Statt finden, wenn eine Krume entweder so locker und lose ist, daß sie die ihr übergebene Kohlensäure nicht festzuhalten vermag, sondern dieselbe bald zu rasch wieder verdunsten, bald in die Tiefe hinabziehen läßt (reiner Sandboden), oder so gegen die Atmosphäre — sei es durch zu starke Verbindung ihrer Theile, sei es durch allzu großen Wassergehalt — verschlossen ist, daß keine Luft in sie eindringen kann (reiner Thon). — Eher können die beiden andern der obengenannten Fälle eintreten. Enthält z. B. eine Erdkrume sehr viel Eisenoxyd und weiter keine Säure, als Kohlensäure, so wird stets freies Eisenoxyd in

derselben vorhanden sein, da bekanntlich das Eisenoxyd keine Anziehung zur Kohlensäure besitzt. Oder besitzt eine nasse Krume mehr Eisenoxydul oder durch Menschenhand beigemengtes Kalkerdehydrat, als Kohlen-, Humus- oder eine andere Säure zu fesseln vermag, so werden diese Basen zum Theil frei im Boden bleiben.

§. 86.

Außer dem Eisen möchte aber in einem Naturboden weiter keine Salzbasis frei vorkommen, da alle übrigen Basen der Erdkrume schon als Salze in dieselbe gelangen, also nicht erst einer Säure bedürfen, um Salze zu werden. Die wichtigeren und am meisten einer Krume beigemengten Salze sind nun je nach der mit ihnen verbundenen Säure:

1) kieselsaure
2) schwefelsaure
3) salpetersaure
4) salzsaure
5) phosphorsaure
6) kohlensaure
7) humussaure

} Salze der Alkalien, alkalischen Erden und des Eisens.

a. Die kieselsauren Salze.

§. 87.

Sie sind im Allgemeinen das Eigenthum jedes vorherrschend aus Thon oder Lehm bestehenden Bodens, da diese Krumenarten erst aus der Trennung oder Veränderung von kieselsauren Doppelsalzen entstehen. Am reichlichsten und nachhaltigsten werden indessen diese Bodenarten mit kieselsauren Salzen versorgt erscheinen, wenn sie 1) noch viele verwitternde, aus kieselsauren Doppelsalzen bestehende, Mineralbrocken enthalten, oder 2) so gelegen sind, daß ihnen von ihrer verwitternden Umgebung nicht bloß lösliche kieselsaure Salze, sondern auch freie, noch nicht erstarrte Kieselsäure zugeführt wird, welche mit den Basen des Bodens Verbindungen eingehen kann, — 3) Gewächse tragen, welche diese Salze bei ihrer Verwesung erzeu-

gen — (Nutzen der grünen Düngung und der verwesenden Gramineen) — und 4) periodenweise unter Wasser stehen, so daß durch Einfluß der Luft diese Salze nicht zersetzt werden können.

§. 88.

Die kieselsauren Salze zeigen sich bald löslich, bald unlöslich im Wasser. Löslich erscheinen die kieselsauren Alkalien dann, wenn auf 1 Theil der Basis höchstens 4 Theile der Säure kommen; unlöslich dagegen zeigen sich diejenigen kieselsauren Alkalien, bei denen 1 Theil der Basis mehr als 4 Theile Kieselsäure enthält. In einem nassen, viel lösliche Kieselsäure haltigen Thonboden herrschen diese unlöslichen Salze gewöhnlich vor. — Außerdem sind auch alle kieselsauren Erden und Metalloxyde im Wasser unlöslich. — Gegen Säuren ist das Verhalten der kieselsauren Salze sehr verschieden. Im Allgemeinen werden sie um so leichter zersetzt, je stärker und je vorherrschender ihre Basis ist. Die im Wasser auflöslichen kieselsauren Alkalien sind schon durch wässerige Kohlensäure zerlegbar, zumal wenn viel Wasser zugegen ist; außerdem zeigen sich die meisten kieselsauren Salze im fein zertheilten Zustande in verdünnter Schwefelsäure zersetzlich, wie man in einem Boden bemerken kann, welcher eine starke Beimengung verwitternder Schwefelkiese oder schwefelsauren Eisenoxyduls enthält. Das beste Zersetzungsmittel aller kieselsauren Salze bleibt aber stets die Humussäure. Ein Boden daher, welcher viele verwesende Pflanzenstoffe oder viel freie lösliche Humussäure enthält, ist eine reiche Quelle für freie Kieselsäure und wird fast nie kieselsaure Salze enthalten (vgl. §. 82). Die im Wasser auflöslichen kieselsauren Salze, welche sich bei der chemischen Zerlegung eines Bodens schon in dem sogenannten Wasserauszuge vorfinden, werden daran erkannt, daß sich beim Zusatz von Schwefelsäure die Kieselsäure unter der Form einer durchscheinenden Gallerte entweder gleich oder doch nach dem Abdampfen absondert. Die unlöslichen, sauren, kieselsauren Salze aber müssen erst mit ihrem vierfachen Gewichte kohlensauren Kali geschmolzen, dann mit Salzsäure versetzt, darauf bis zur Trockene abgedampft und nun mit Wasser, wie oben, behandelt werden, wenn man sie aus einer Erdkrume herausfinden will.

§. 89.

Für das Pflanzenleben haben die kieselsauren Salze nur dann einen Werth, wenn sie im Wasser auflöslich sind. Alsdann wirken sie einestheils durch ihre Kieselsäure (vergl. §. 83), anderntheils durch ihre Basis, welche die organischen Säuren des Pflanzenkörpers aus ihrer bestehenden Verbindung losscheidet, während die von ihnen freigemachte Kieselsäure zur Festigung der Pflanzenzelle benutzt wird.

§. 90.

Unter den sämmtlichen kieselsauren Salzen, die in der Erdkrume vorkommen, spielt das kieselsaure Kali (26 Kali, 62 Kieselsäure und 12 Wasser) die wichtigste Rolle. Es zeigt sich in allen Bodenarten, welche aus der Verwitterung gemengter krystallinischer, hauptsächlich feldspathreicher Gebirgsarten hervorgegangen sind; weniger stark jedoch in denjenigen thonigen Bodenarten, welche durch Wasserfluthen fortgefluthet und theilweise ausgelaugt wurden. Ebenso wird es in jeder Krume aufgefunden, welcher die Asche verbrannter Pflanzenmassen, namentlich von Gräsern beigemengt wird. Durch den Verwesungsprozeß wird es aber nicht producirt, da das Kali des Pflanzenkörpers alsdann andere Säuren, zu denen es eine größere Verwandtschaft als zur Kieselsäure hat, vorfindet. Ja, die bei diesem Prozesse frei werdenden Säuren sind sogar die Mittel, um das in dem Boden schon vorhandene kieselsaure Kali zu zersetzen. So lange in diesem Salze auf ein Gewichtstheil der Basis noch 3 Gewichtstheile Kieselsäure kommen, ist es im Wasser auflöslich; sobald aber die Gewichtsmenge der Säure dieses Quantum übersteigt, wird es nicht nur im Wasser unlöslich, sondern auch selbst durch stärkere Mineralsäuren schwer zersetzbar. Nur die Kohlen- und Humussäure vermögen es dann noch mit Hülfe einer reichlichen Bodenfeuchtigkeit zu zerlegen. Daß es indessen auch der kohlensaure Kalk zerlegen kann, geht schon aus der größeren Verwandtschaft hervor, welche einerseits die Kalkerde zur Kieselsäure und andererseits das Kali zur Kohlensäure hat (vergl. hierzu den kieselsauren Kalk).

Außer dem kieselsauren Kali kommt in thonigen Bodenarten, hauptsächlich in solchen, welche aus albithaltigen Gesteinen entstanden sind, auch kieselsaures Natron vor, welches sich ganz ähnlich dem erstgenannten Salze verhält.

§. 91.

In sehr vielen Ackerkrumen kommt auch kieselsaurer Kalk vor, ja, man kann annehmen, daß fast jeder Mergel eine größere oder geringere Menge von diesem Salze enthält. Er kann hauptsächlich in einem Boden entstehen:

1) durch die Verwitterung kieselsaurer Doppelsalze, welche Kalkerde enthalten, z. B. des Augits, der Hornblende und des Labradors;
2) dadurch, daß kohlensaurer Kalk mit freier löslicher Kieselsäure oder
3) daß kieselsaure Alkalien mit kohlensaurem, schwefelsauren oder phosphorsauren Kalke in Berührung kommen. Vermöge der großen Verwandtschaft der Kalkerde zur Kieselsäure und der Alkalien zur Kohlen-, Schwefel- und Phosphorsäure geht alsdann ein Austausch der Säuren vor sich und es bilden sich dadurch einerseits kohlensaure, schwefelsaure oder phosphorsaure Alkalien, andererseits kieselsaurer Kalk. — Bloß hierin liegt die Ursache, daß man in einem kalkigen Boden, welcher in der Nähe einer aus kieselsauren Doppelsalzen bestehenden Felsart liegt, stets kieselsauren Kalk findet.

Der am Thüringer Wald in der Nähe von granitischen und porphyrischen Felsarten lagernde Kalkboden zeigt dies sehr häufig. — Aber eben in der starken Verwandtschaft der Kalkerde zur Kieselsäure liegt auch der Grund, daß bei Mergelungen eines Thonbodens so oft ein Theil des beigemengten Kalkes seine düngende Kraft verliert.

Der kieselsaure Kalk ist zwar in reinem Wasser ganz unlöslich; er kann aber zersetzt und löslich gemacht werden durch Wasser, welches freie organische Säuren — z. B. Humussäure — enthält.

§. 92.

Die kieselsaure Talkerde zeigt sich vorzüglich in den eigenthümlichen, talkthonigen Krumen, welche aus der Verwitterung der augitischen und hornblendigen Felsarten hervorgehen, und außerdem auch in dem dolomitischen Mergel- und Kalkboden (unter ähnlichen Verhältnissen, wie der kieselsaure Kalk). — Sie erscheint dann ent-

weder mit diesem oder mit Thon verbunden und ganz unlöslich im Wasser. Von der wässerigen Kohlensäure wird sie nur dann zersetzt, wenn dieselbe nachhaltig auf sie einwirken kann; Humussäure aber zerlegt sie sehr bald.

b. Die schwefelsauren Salze.

§. 93.

Der Hauptsitz dieser Salze ist im Allgemeinen ein Boden, welcher verwitternde Schwefelkiese oder Ueberreste von verwesenden Pflanzen, hauptsächlich aus den Familien der Schmetterlingsblüthler, Kreuzblüthler und Zwiebelgewächse enthält, oder in dessen Umgebung sich Gypsablagerungen befinden. Da zur Bildung der meisten von ihnen Wasser nothwendig ist, so finden sie sich auch am häufigsten in den unteren, feuchteren Lagen einer Krume vor.

§. 94.

Mit Ausnahme des basisch schwefelsauren Eisenoxyds (und der, aber nur selten, im Boden vorkommenden schwefelsauren Baryterde) sind sie alle im Wasser löslich und werden dadurch oft für das Pflanzenleben gefährlich. Wegen ihrer Löslichkeit findet man sie meistens in dem Wasserauszuge bei der Bodenzerlegung und erkennt sie dann daran, daß bei ihrer Gegenwart schon ein geringer Zusatz von salzsaurem Baryt hinreicht, um einen weißen, in Salzsäure unlöslichen Niederschlag (von schwefelsaurem Baryt) in der Auflösung zu erzeugen. Für den Einfluß des atmosphärischen Sauerstoffs ist nur das schwefelsaure Eisenoxydul empfänglich. Ebenso sind diese Salze für die meisten Säuren unempfindlich, aber von den Alkalien und alkalischen Erden werden sie zersetzt, wenn sie nicht selbst schon diese Stoffe zu Basen haben. Dabei übertreffen die Alkalien wieder die alkalischen Erden an Verwandtschaft zur Schwefelsäure, so daß die Salze der letzteren Erden nie in Gegenwart der ersteren fortbestehen können. — Merkwürdig sind bie Veränderungen, welche die schwefelsauren Salze in einem nassen, gegen die Luft verschlossenen und an faulenden organischen Stoffen reichen Boden erleiden. Um nämlich verwesen zu können, entziehen diese Stoffe sowohl der Schwefelsäure, als auch der mit ihr verbundenen Basis sämmtlichen Sauerstoff, so daß nur noch Schwefel und die metallische Grundlage der Basis übrig bleiben,

die sich nun wieder mit einander zu einem Schwefel- oder auch Schwefelwasserstoffmetalle verbinden. Auf diese Weise wird unter den eben angegebenen Verhältnissen aus dem schwefelsauren Kali und Natron leicht lösliches Schwefelkalium und Schwefelnatrium; aus dem schwefelsauren Kalk übelriechendes, im Wasser unlösliches, aber durch wässerige Säuren leicht zersetzbares Schwefelcalcium; aus dem schwefelsauren Eisenoxydul einfach Schwefeleisen, wie man es häufig in dem schwarzen Schlamme von alten Wassergräben, Morästen und Kloaken vorfindet. Kommen indessen diese Schwefelmetalle mit der Luft in Berührung, so verwandeln sie sich meistens durch Anziehung von Sauerstoff oder Kohlensäure und Wasser allmählig wieder in schwefelsaure oder kohlensaure Salze, wobei durch theilweise Zersetzung des Wassers übelriechendes Schwefelwasserstoffgas entwickelt wird.

§. 95.

Die schwefelsauren Salze sind in vielfacher Beziehung von großer Wichtichkeit für das Pflanzenleben.

Unmittelbar zeigen sie sich von hohem Einflusse, indem sie den Pflanzen kräftige Nahrstoffe darbieten. Sie thun dies durch die in ihnen vorhandenen Basen, noch mehr aber durch ihre Schwefelsäure. Denn diese Säure können sehr viele Pflanzen — namentlich die Hülsenfrüchtler, Oelfrüchtler (Cruciferen) und Zwiebelgewächse — nicht entbehren, wenn sie kräftig werden und kernige Samen tragen sollen. Da nun aber eben diese Säure sehr hitzig ist, so darf sie nur in sehr verdünnten und geringen Mengen den Gewächsen dargereicht werden, wenn sie ihnen nicht schaden soll. Enthält daher eine Erdkrume eine allzu große Quantität leicht löslicher, schwefelsaurer Salze, so reicht sie den Gewächsen mehr Schwefelsäure dar, als sie zu ihrem Wohlbefinden brauchen können; besitzen nun diese Salze auch noch Basen, von denen die Gewächse gleichfalls nur ganz geringe Quantitäten brauchen können, wie dies bei dem schwefelsauren Eisenoxydul und der schwefelsauren Thonerde der Fall ist, so machen sie eine Ackerkrume ganz ungenießbar für alle Gewächse.

Es kann indessen dieser Uebelstand dadurch verbessert werden, daß man einer mit solchen leicht löslichen schwefelsauren Salzen über-

füllten Erdkrume Substanzen zusetzt, welche diese Salze zum Theil zerstören, indem sie sich mit der Säure derselben zu schwer löslichen Salzen verbinden und ihre Basen zu einer höheren Oxydation veranlassen und dadurch unlöslich machen. — Werth der Düngung eines mit schwefelsaurem Eisenoxydul überfüllten Bodens durch kohlensauren Kalk.

Auch mittelbar können die schwefelsauren Salze für die Pflanzenernährung dadurch nützen, daß sie einestheils aus unlöslichen Stoffen lösliche Nahrungsstoffe abscheiden — z. B. aus kieselsauren Salzen die Kieselsäure —, anderntheils das flüchtige Ammoniak an die Erdkrume fesseln.

§. 96.

Das schwefesaure Kali (54,13 Kali und 45,87 Schwefelsäure) findet sich vorzüglich in den feuchteren und tieferen Lagen von solchen Erdkrumen, welche viele Verwesungsstoffe von den im vorigen §. genannten Pflanzenfamilien besitzen oder mit den flüssigen Auswurfsstoffen (z. B. Urin) gedüngt werden. Es gehört zu den leicht löslichen und hitzigen Düngsalzen, die einer starken Verdünnung mit Wasser bedürfen, wenn sie nicht allzu reizend auf die Gewächse einwirken sollen, und erscheint darum auch am vortheilhaftesten in einem an sich feuchten Boden. Ist aber ein Boden zu naß und enthält derselbe viel verfaulende Pflanzenstoffe, so kann es zumal in dem Untergrunde desselben leicht in Schwefelkalium umgewandelt werden, wie schon im §. 94 angegeben worden ist. — Kommt es mit schwefelsaurer Thonerde in Berührung, so verbindet es sich mit derselben zu schwefelsaurer Kali-Thonerde oder Alaun (vergl. dieses Salz im §. 100).

Bemerkung. Schwefelsaures Natron oder Glaubersalz möchte wohl nur in solchen Boden vorkommen, die in der Nähe des Meeres oder von Salinen und Kochsalz führenden Quellen lagern.

§. 97.

Das schwefelsaure Ammoniak (25,76 Ammoniak, 60,61 Schwefelsäure und 13,63 Wasser) kommt entweder für sich allein oder mit schwefelsaurer Thonerde verbunden vor. In der letzten Form findet man es nur in Alaun haltigen Krumen, so vorzüglich in der Nähe von Alaunschiefern und manchen Schwefelkies haltigen Grünsteinen.

— Für sich allein dagegen kommt es in allen mit verwesenden stickstoffreichen Düngstoffen versehenen Bodenarten vor, wenn dieselben Gyps oder schwefelsaures Eisenoxydul enthalten. Den Gewächsen liefert es Schwefelsäure und Stickstoff; es gehört darum zu den besten Nahrungsmitteln hauptsächlich für alle Arten von Hülsenfrüchtlern. — Man kann sich dieses treffliche Düngsalz leicht bereiten, wenn man in Viehställen oder überhaupt an Orten, wo Mistjauche gebildet wird, gepulverten Gyps ausstreut. (Vergl. hierzu §. 21 unter 5.)

§. 98.

Der schwefelsaure Kalk oder Gyps (32,56 Kalkerde, 46,51 Schwefelsäure und 20,93 Wasser) bildet zwar mächtige Ablagerungen in der Reihe der Gebirgsformationen, ist aber demungeachtet nicht unter die Haupt-Bodengemengtheile zu rechnen, da er weder für sich allein, noch in Verbindung mit einem andern Gemengtheil eine Erdkrume von bedeutender Ausdehnung zusammensetzt. Die Ursache davon liegt einerseits in seiner leichten Auflöslichkeit im Wasser (1 Theil Gyps braucht etwa 400 Theile kalten Wassers zu seiner Auflösung), andererseits in seiner leichten Zersetzbarkeit durch kohlensaure Alkalien und Talkerde, welche sich bei der Berührung mit Gyps in schwefelsaure Salze umwandeln, während er selbst zu kohlensaurem Kalk wird.

Bemerkung. Nur in einem noch in der Verwitterung begriffenen Kalk-, Mergel- oder Dolomitboden, in dessen Umgebung Gyps lagerte, konnte der Verfasser eine bedeutende Menge Gyps auffinden. In den tieferen, feuchteren und mehr zersetzten Lagen dieses Bodens zeigten sich dagegen nur noch Spuren dieses Kalksalzes. Wenn daher Sprengel in seiner Bodenkunde S. 249 von einem Gypsboden redet und aussagt: „Er ist aus der Verwitterung des Gypses und den mit ihm alternirenden Kalk-, Thon- und Mergelschichten entstanden und lagert gewöhnlich über den Gypsfelsen," so ist jedenfalls darunter ein mit Gypssand untermengter, noch nicht vollständig entwickelter Kalk- oder Mergelboden zu verstehen.

§. 98a.

Das Bodengebiet des schwefelsauren Kalkes umfaßt im Allgemeinen die thonigen, mergeligen und kalkigen Erdkrumen, welche aus der Zersetzung der wechsellagernden Kalk-, Thon- und Mergelschichten in den Formationen des Zechsteins, Muschelkalks, bun-

ten Sandsteins, Keupers ꝛc. hervorgehen. In den aus Dolomiten und dolomitischen Mergeln entstehenden Bodenarten zeigt er sich — wenn auch noch so große Gypslager mit den Muttergesteinen dieser Erdkrume wechsellagern — im Allgemeinen nur wenig und zwar nur so lange, als diese Krumenarten noch nicht vollständig zersetzt sind. Ist aber das Letzte eingetreten, dann verschwindet bei hinlänglich vorhandener Feuchtigkeit auch aller Gyps, da ihn die kohlensaure Talkerde dieser Bodenarten zersetzt und in kohlensauren Kalk umwandelt, während sie selbst zu schwefelsaurer Talkerde wird. Außerdem findet sich schwefelsaurer Kalk auch in Bodenarten, welche viel schwefelsaures Eisenoxydul enthalten und mit kohlensaurem Kalk gedüngt werden; denn dieser letztere entzieht den Eisensalzen ihre Schwefelsäure und wandelt sich mittelst derselben in schwefelsauren Kalk um. Endlich gelangt auch Gyps in einen kalkigen Boden durch die Verwesung Schwefelsäure haltiger Pflanzen oder durch des Menschen Hand.

§. 98b.

In einem trocknen, zur Ausdürrung geneigten Kalk- oder Kalkmergelboden zeigt er sich oft unter der Form von feinen nadelförmigen Zasern und Körnern; in feuchten Bodenarten dagegen erscheint er in der Regel mehr oder weniger im Wasser aufgelöst. — Auf welche Weise er bei der Gegenwart von fauligen, organischen Substanzen in einem nassen Boden in Schwefelcalcium umgewandelt wird, woraus durch Einfluß von feuchter Kohlensäure Schwefelwasserstoffgas und kohlensaurer Kalk entsteht, ist oben schon erwähnt worden. — Für die Pflanzen (besonders Hülsenfrüchtler, Weizen, Kartoffeln ꝛc.) ist der schwefelsaure Kalk von doppeltem Werthe: einestheils reicht er ihnen ein Hauptnahrungsmittel in seiner Schwefelsäure dar, anderntheils bildet er ein Bannmittel für das den Pflanzen so nützliche kohlensaure Ammoniak, indem dies letztere, so leicht verflüchtigende Salz durch die Schwefelsäure des Gypses in nicht flüchtiges schwefelsaures Ammoniak umgewandelt wird. Soll er aber diese beiden Zwecke — und vorzüglich den ersten — vollkommen erfüllen, so muß er in feiner Pulverform und gleichmäßiger Vertheilung in der Erdkrume vorhanden sein und diese letztere selbst muß so viel Feuchtigkeit besitzen, als nöthig ist,

um den Gyps vollständig auflösen zu können. Hierauf allein gründen sich die verschiedenen Bauernregeln über das Gypsen der Felder: „Trocken gelegener oder hitziger Boden wird durch den Gyps todt geschlagen“ — natürlich, weil er durch den hitzigen Gyps vollends aller Feuchtigkeit beraubt wird; — ferner: „Die beste Zeit zum Gypsen ist der Frühling und Vorsommer, wenn tüchtige Regen mit warmen Tagen wechseln.“ — „Gypse an heiteren Abenden nach sonnenreichen Tagen,“ weil dann ein tüchtiger Thauniederschlag zu erwarten ist, welcher verbunden mit der Bodenfeuchtigkeit den Gyps aufzulösen vermag; — endlich: „Wirf den Gyps auf den thauenden Schnee; tausendfältig wächst darauf der Klee.“— u. s. w.

Vergl. hierzu die gehaltvollen §. 467 — §. 472 in Schulze's Lehrbuch der Chemie für Landwirthe. 1. Theil.

§. 99.

Die schwefelsaure Talkerde oder das Bittersalz (65,9 Salzsäure und 34,1 Talkerde) kommt vorzüglich in Erdkrumen vor, welche entweder aus der Verwitterung Schwefelkies und kieselsaure Talkerde haltiger Felsarten — z. B. mancher Grünsteine, des Serpentins, talkhaltigen Thonschiefers —, oder aus der Zersetzung von abwechselnden Dolomit- und Gypsschichten entstanden sind. Im ersten Falle wird Bittersalz dadurch erzeugt, daß sich durch die Verwitterung der Schwefelkiese Schwefelsäure erzeugt, die sich nun mit der Talkerde jener Felsarten unter Losscheidung von Kieselsäure verbindet; im zweiten Falle dagegen bildet sich das Bittersalz dadurch, daß die kohlensaure Talkerde des Dolomits dem Gypse unter Hülfe einer hinreichenden Quantität Wasser seine Schwefelsäure entzieht und ihn dafür in kohlensauren Kalk umwandelt. — Es kann aber auch Bittersalz dadurch entstehen, daß ein nasser, viel schwefelsaures Eisenoxydul haltiger Boden Gemengtheile von Dolomit oder dolomitischen Mergeln, sei es durch Wasserfluthen oder durch Menschenhülfe, empfängt. — Dieses Salz hat einen unangenehmen bittern Geschmack und ist leicht löslich im Wasser. Wenn durch Einfluß starker Sonnenwärme sein Lösungswasser zum Verdunsten gebracht wird, so tritt es aus dem Boden heraus und überzieht die Oberfläche desselben unter der Form eines weißen, mehligen oder zartnadeligen Beschlags. — Kommt es im neutralen Zustande mit zweibasischem, phosphorsauren Ammoniak

in Berührung, wie es in einem mit thierischen Verwesungsstoffen untermengten Boden oft geschieht, so läßt es seine Schwefelsäure fahren und verbindet sich mit dem phosphorsauren Ammoniak zu phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde, einem Doppelsalze, welches in reinem Wasser nur sehr schwer, in mit Säuren (— z. B. Kohlen- und Humussäure —) untermischtem Wasser aber leicht löslich ist. — Auch mit Kali bildet die schwefelsaure Talkerde ein leicht lösliches Doppelsalz. — Gegen die Vegetabilien verhält sie sich ähnlich, wie der Gyps und besonders soll sie günstig auf Hanf, Flachs und dergleichen Gewächse einwirken.

§. 100.

Schwefelsaure Thonerde (29,94 Thonerde und 70,06 Schwefelsäure) kommt für sich allein im Allgemeinen nur selten in dem Erdboden vor. Nach Sprengel's Chemie (S. 668) soll sie „im Untergrunde des Bodens, z. B. in den Marschen der Elbe, in Gesellschaft von schwefelsaurem Eisen- und Manganoxydul vorkommen, und in Gegenwart von viel freier Humussäure nie günstig auf die Pflanzen einwirken, weil dann humussaure Thonerde und freie Schwefelsäure entsteht." — Viel häufiger findet sich die schwefelsaure Kali-Thonerde (9,95 Thonerde, 10,83 Kali, 33,71 Schwefelsäure und 45,51 Wasser) oder der Alaun in der Erdkrume vor. Ueberall, wo in einem Boden Thon, Schwefelkies und kalihaltige Mineralien zusammen vorkommen, sind auch die Materialien zur Bildung von Alaun gegeben. Durch die Verwitterung des Schwefelkieses nämlich entsteht schwefelsaures Eisenoxydul und freie Schwefelsäure, welche die Thonerde und das Kali aus ihren kieselsauren Verbindungen losreißt und mit sich zu dem ebengenannten Doppelsalze verbindet. Es werden demnach die Krumen von Schwefelkies haltigen Thonschiefern, Schieferthonen, Dioriten und Laven die gewöhnlichste Bildungstätte des Alauns abgeben. — Dieses Salz ist im Wasser leicht löslich und hat dann einen zusammenziehenden, säuerlichen Geschmack und eine sauere Reaktion. Von auflöslichen, humösen Stoffen oder löslicher kohlensaurer Kalkerde wird es leicht zersetzt, indem sich entweder die Thonerde mit der Humussäure verbindet und ihre Schwefelsäure frei werden läßt oder der Kalk demselben die Schwefelsäure entzieht.

Wegen seines Thonerde-Gehaltes können die Pflanzen nur sehr wenig Alaun und dies Wenige nur in starken Verdünnungen vertragen. Es wird daher ein Boden, welcher viel Alaun enthält, so lange unfruchtbar erscheinen, als nicht sein Alaungehalt durch Zusatz von Kalk, Mergel oder tüchtigen Düngstoffen stark vermindert oder zerstört wird.

§. 101.

Das schwefelsaure Eisenoxydul oder der Eisenvitriol (47,37 Eisenoxydul und 52,63 Schwefelsäure) wird am meisten im Untergrunde nasser, sich gegen die Luft verschließender, thoniger und mooriger Bodenarten angetroffen, welche verwitternde Schwefel- oder Magnetkiese enthalten. Besonders reich daran zeigt sich der aus Schwefelkies haltigen Mergel- oder Thonschiefer und Kohlenschiefer produzirte Boden. — Es ist an seinem tintenähnlichen Geschmacke zu erkennen. Im Wasser ist es leicht löslich. Sobald ein nasser Boden, welcher dieses Salz enthält, der Luft geöffnet und tüchtig umgearbeitet wird, verwandelt es sich durch höhere Oxydation in basisch schwefelsaures Eisenoxyd, welches unlöslich im Wasser ist und sich darum bei seiner Bildung aus demselben als ein gelber Bodenbeschlag lostrennt. Vom Aetzkalke wird es zersetzt, vom kohlensauren Kalke ebenfalls, aber erst dann, wenn es durch die Einwirkung von feuchter Luft in schwefelsaures Eisenoxyd umgewandelt worden ist. In diesem Zersetzungsvermögen des Kalkes liegt der Grund, warum in vorherrschend kalkigen Bodenarten kein schwefelsaures Eisensalz vorkommen kann. — Eine ähnliche Zersetzung erleidet der Eisenvitriol durch alle kohlensauren Alkalien. — Befinden sich in einem Eisenvitriol haltigen, nassen, gegen die Luft verschlossenen Boden faulige organische Stoffe, so entziehen diese dem Eisensalze allen Sauerstoff, um verwesen zu können und wandeln es in Schwefeleisen um, wie im §. 94 schon gezeigt worden ist.

Da die Gewächse nur sehr kleine Quantitäten Eisen in ihrem Körper vertragen können, so wird sich jeder Boden, welcher sehr viel schwefelsaures Eisenoxydul enthält, durchaus unfruchtbar zeigen. Man hat Fälle, wo eine an sich sehr fruchtbare Ackerkrume bloß dadurch für mehrere Jahre untauglich für alle Pflanzenzucht wurde, daß man durch allzu tiefes Umackern den Eisenvitriol haltigen Unter-

grund auf ihre Oberfläche brachte. Es ist indessen ein solcher Boden leicht zu verbessern, wenn man ihn tüchtig umarbeitet und mit Stoffen düngt, welche seinen Eisenvitriol zersetzen — z. B. mit Aetzkalk, kohlensaurem Kalk, Mergel oder Pflanzenasche. — Befinden sich nur sehr kleine Quantitäten Eisenvitriol in sehr verdünntem Zustande in einem Boden (etwa 10—30 Pfund für den Morgen), so wirken sie ähnlich wie der Gyps. Der Werth der Vitriol oder Schwefelkies haltigen Braunkohle oder Torfasche als Düngungsmittel für die Aecker der Hülsenfrüchtler gründet sich bloß auf ihren Eisengehalt.

Anmerkung. Bisweilen findet sich, wie im obigen §. gezeigt worden ist, im Boden auch schwefelsaures Eisenoxyd vor. Dasselbe ist ockergelb, unlöslich im Wasser und aus der höheren Oxydation des Eisenvitriols entstanden.

c. Die salzsauren Salze.
(Chlormetalle.)

§. 102.

Unter den gewöhnlich in der Erdkrume vorkommenden Salzen haben die salzsauren Salze das beschränkteste Gebiet. Sie finden sich gewöhnlich nur in solchen Bodenarten, welche entweder am Meeresgestade oder im Gebiete von Steinsalz führendem Thone, Gypse und Mergel oder da lagern, wo Salzquellen einen Boden durchrieseln, oder welche von Schafheerden beweidet und mit flüssigem, thierischen Dünger (Urin) reichlich versorgt werden. Endlich trifft man sie auch in denjenigen Ackerkrumen, welche mit den Abfällen der Salinen (— z. B. mit den Dornensteinen der Gradirhäuser —) gedüngt werden.

Sie sind ziemlich alle im Wasser leicht löslich und darum bei der chemischen Zerlegung eines Bodens schon im Wasserauszuge desselben aufzufinden. In diesem entsteht bei ihrer Gegenwart auf Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd ein käsiger, weißer, am Lichte sich schwärzlich färbender, in Salpetersäure unlöslicher, in Ammoniak aber löslicher Niederschlag (von Chlorsilber). Außerdem haben alle einen salzigen Geschmack, ähnlich dem Kochsalze, mit dem sie meistens auch verbunden vorkommen. — Ueber ihren Einfluß auf das Pflanzenleben ist man noch nicht ganz im Klaren. So viel ist indessen gewiß, daß alle hierher gehörigen Salze wegen ihrer starken Säure nur in

äußerst verdünnten und kleinen Quantitäten in einem Boden vorkommen dürfen, wenn derselbe fruchtbar sein soll; daß sie daher in einer recht feuchten Krume mehr nützen, als in einem zu starker Verdunstung und Erhitzung geneigten Boden.

§. 103.

Die wichtigsten, hierher gehörigen Salzarten sind:

1) Das salzsaure Kali oder Chlorkalium (52,6 Kalium und 47,4 Chlor), ein treuer Begleiter des Kochsalzes, aber oft auch in dem Mergel und Gypse der Steinsalzformationen, und endlich auch im Urine sämmtlicher Hausthiere, durch den es in den Boden gelangt. Mit salzig stechendem, etwas bitterlichen Geschmacke.

2) Das salzsaure Natron oder Chlornatrium (36,59 Natrium und 60,41 Chlor), das allbekannte Koch-, Stein- und Seesalz, welches theils von Natur schon in Bodenarten von der oben angegebenen Lage vorkommt, theils aber durch Mergelung, Gypsung oder durch Ausstreuung von Salinenabwürfen in die Erdkrume gebracht wird, und für die Ernährung vieler Kulturgewächse, hauptsächlich aber für Kohlarten, Raps, Flachs, Hanf und Hülsenfrüchte, ebenso auch ganz vorzüglich für die meisten Wiesengräser vom größten Werthe ist, besonders dann, wenn die sie tragende Erdkrume lehmig-thonig und recht feucht ist und die Menge des Kochsalzes nicht mehr als 70 Pfund für den Magdeburger Morgen beträgt. Auch lehrt die Erfahrung, daß alle Obstbäume, besonders aus der Sippschaft der Pflaumen, viel reichlicher und besser tragen, wenn sie bisweilen mit diesem Salze gedüngt werden. Endlich wird auch behauptet, daß Kohl-, Erbsen- und Bohnenbeete von Erdflöhen befreit blieben, wenn sie mit einer stark verdünnten Auflösung von Kochsalz gedüngt werden.

3) Das salzsaure Ammoniak oder Chlorammonium, auch Salmiak genannt (31,8 Ammoniak und 68,2 Salzsäure), nur durch thierischen Dünger oder durch Meeresfluthen in den Boden gelangend; außerdem aber auch bisweilen in den Erdkrumen in der Nähe von Vulkanen, welche dieses Salz ausdünsten. Ein äußerst kräftiges, hitziges Düng-

salz, welches nur in sehr geringen und äußerst verdünnten Quantitäten von gutem Einflusse auf die Fruchtbarkeit eines Bodens ist. Von scharfsalzigem Geschmacke. (Vergl. §. 21 unter 6.)

4) Die salzsaure Kalkerde oder das Chlorcalcium (36,1 Calcium und 63,9 Chlor), soll auch im Boden vorkommen, wenn derselbe kohlensauren Kalk enthält und mit Kochsalz gedüngt wird. Ueber seinen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Bodens ist man noch im Dunkeln. Wegen seiner großen Feuchtigkeits-Anziehung mag es vielleicht in sehr trockenen Bodenarten die Stelle des Gypses vertreten.

Bemerkung. Dem Verfasser sind stets die Gewächse zu Grunde gegangen, wenn er sie mit diesem Salz düngte.

5) Die salzsaure Talkerde oder das Chlortalcium (26,4 Talcium und 73,6 Chlor), ein sehr leicht lösliches und in seinen wässerigen Lösungen scharf-bitter schmeckendes Salz, welches in den Kochsalzmutterlaugen fast nie fehlt und durch dieses in den Boden gelangt, welcher mit diesen Laugen gedüngt wird; außerdem wird es aber auch dann in der Ackererde erzeugt, wenn dieselbe schwefelsaure Talkerde enthält und mit Kochsalz gedüngt wird. Zur Bannung des Ammoniaks in Düngermassen, sowie zur Feuchthaltung derselben ist es gut, aber auf die Gewächse soll es schon in sehr kleinen Quantitäten tödtlich einwirken, besonders wenn freie Humusäure im Boden vorhanden ist, durch welche es zerlegt wird, so daß nun freie Salzsäure entsteht.

d. Die salpetersauren Salze.

§. 104.

Der Hauptsitz dieser Salze ist im Allgemeinen jede Erdkrume, welche neben einer hinreichenden Menge von Salzbasen viel Stickstoff haltige organische Reste und so viel Wärme, Feuchtigkeit und Luftansaugung besitzt, daß diese Massen gehörig verwesen können. Außerdem findet man sie in größerer oder geringerer Menge fast in jedem kalkigen oder mergeligen Boden, hauptsächlich kurz nach einer Düngung mit Mistjauche, und endlich werden die Bildungsstoffe zu

diesen Salzen — Ammoniak und Salpetersäure — im Sommer nicht bloß durch jeden Gewitterregen, sondern auch durch Thaunieder-schläge der Erdkrume zugeführt.

§. 105.

Alle hierher gehörigen Salze schmecken kühlend salzig, sind sehr leicht im Wasser auflöslich und deshalb schon in dem Wasseraus-zuge einer Erdkrume zu finden. In diesem erkennt man sie entwe-der daran, daß bei ihrem Vorhandensein auf Zusatz von Salzsäure die Flüssigkeit gelb gefärbt und befähigt wird, ächtes Blattgold auf-zulösen, oder daran, daß der beim Verdampfen der Flüssigkeit übrig bleibende, trockene Rückstand verpufft, wenn er mit Kohlenpulver vermischt und allmählig erhitzt wird. — Wegen ihrer allzu leichten Löslichkeit werden sie sehr bald von den Pflanzen, für die sie we-gen des Stickstoffgehaltes ihrer Säure von sehr großem Werthe sind, aufgesogen oder von dem verdunstenden Bodenwasser mit fortgeris-sen oder endlich in die Tiefe gelaugt. Außerdem werden sie in einem Boden, welcher Eisenoxydulsalze (namentlich kohlensaure) und fauligen Dünger enthält, in der Art zersetzt, daß aus ihrer Säure Ammoniak gebildet wird. Es entziehen nämlich die Eisenoxydul-salze sowohl, als der faulige Dünger der Salpetersäure und dem mit ihr verbundenen Wasser allen Sauerstoff, um sich höher oxy-diren zu können; der dadurch frei werdende Stickstoff der Säure und Wasserstoff des Wassers verbinden sich nun mit einander zu Ammo-niak, welches sich wieder mit der frei werdenden Kohlensäure der Ei-sensalze oder des Humus vereinigt.

§. 106.

Unter den salpetersauren Salzen ist das salpetersaure Kali oder der Salpeter (46,64 Kali und 53,36 Salpetersäure) das wichtigste. Es bildet sich bei der Verwesung von Stickstoff haltigen organischen Materien nur dann, wenn sich kohlensaures Kali und gehörige Wärme, Feuchtigkeit und Luft in einem Boden vorfindet. Der beste Boden in dieser Beziehung ist deshalb ein kalkhaltiger Lehm oder ein mit Kalkmergel reichlich versorgter Thonboden. Man findet dieses Salz übrigens auch schon fertig in vielen Kalksteinen und Mergeln, vorzüglich aus den Formationen des Muschelkalkes,

Keupers, der Kreide und vieler Süßwasserkalke. Enthält eine Erdkrume viel von demselben, so erscheint an recht warmen Sommertagen, vorzüglich nach thaureichen Nächten, ihre Oberfläche fast ganz mit einer weißen Salpeterkruste überzogen. — Seine Auflöslichkeit im Wasser wird durch die Gegenwart von salpetersaurer Kalkerde oder Kochsalz ungemein vermehrt. Aufgelöst schmeckt er kühlend, scharfsalzig und etwas bitter. — Durch die Gegenwart von schwefelsaurem Eisenoxydule wird er in der Art zersetzt, daß sich schwefelsaures Kali, Eisenoxyd und Ammoniak bildet.

Der Salpeter ist wegen seines starken Stickstoff- und Kaligehaltes eins der besten Pflanzennahrungsmittel und wirkt ganz besonders vortheilhaft auf die Rüben- und Oelgewächse aus der Familie der Kreuzblüthler ein, wenn der sie tragende Boden Feuchtigkeit und Wärme genug besitzt, um den rasch wirkenden Salpeter unterstützen zu können. — Man wendet ihn auch mit Asche vermischt an, um Samen schnell zum Keimen zu bringen.

Zusätze. 1) Aehnlich wie der Salpeter soll sich auch das salpetersaure Natron, welches namentlich in den heißen Gegenden Südamerika's — z. B. in Peru — mächtige Lager unter einer Thonerde bildet, verhalten.

2) Im Regenwasser, vorzüglich bei Gewittern, ebenso auch in den tieferen Schichten einer mit Stickstoff haltigen Düngstoffen versorgten Erkrume kommt mit dem Salpeter vereinigt das salpetersaure Ammoniak (21,25 Ammoniak, 67,50 Salpetersäure und 11,25 Wasser) vor. Es schmeckt unangenehm scharf, bitter und gleicht in seinen Eigenschaften ziemlich dem Salpeter. (Vergl. §. 21. 4.)

§. 107.

Nächst dem Kalisalpeter kommt am meisten in der Erdkrume die salpetersaure Kalkerde oder der Kalk- oder Mauersalpeter (34,14 Kalkerde und 65,86 Salpetersäure) vor. Derselbe wird in jedem kalkhaltigen Boden, welcher viele stickstoffhaltige Organismenreste enthält und nicht zu trocken ist, erzeugt und findet sich auch namentlich in vielen jüngeren Mergeln und Kalksteinen schon fertig gebildet. Ebenso bildet ihn der Kalkmörtel an den Wänden der Viehställe und Kloaken durch die Ausdünstung des Düngers oder die mit Kuhhaaren untermengte Kalkbekleidung der Haus- und Zimmerwände, wenn dieselben feucht liegen. Bringt man daher diese Stoffe in eine

Ackerkrume, so wird sie dadurch mit einer Menge Kalksalpeter versorgt. (— Nutzen des Bauschuttes als Dünger. —) Dieser Salpeter ist im Wasser sehr leicht löslich und überhaupt so begierig nach Feuchtigkeit, daß er sie fort und fort aus der Luft ansaugt, wodurch er selbst an sich trockene Kalkböden stets feucht erhält. Er schmeckt warm, scharf und bitter und wird durch kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Alkalien in der Art zersetzt, daß seine Kalkerde die Säuren der Alkalien an sich zieht und dafür die Salpetersäure an diese Salzbasen abgibt.

Wegen seiner großen Menge von Salpetersäure gehört dieses Salz zu den besten Nahrungsmitteln der Gewächse; nur schade, daß es wegen seiner leichten Löslichkeit so bald aus der Ackerkrume verschwindet.

Zusatz. Die salpetersaure Talkerde (27 Talkerde und 73 Salpetersäure) soll in den Bodenarten, welche aus Dolomiten oder dolomitischen Mergeln entstehen und stickstoffhaltige Organismenreste enthalten, vorkommen und sich ähnlich wie der Kalksalpeter verhalten.

e. Die phosphorsauren Salze.

§. 108.

Obwohl diese Salze auch durch den Verwitterungsprozeß vieler Felsarten in die Erdkrume gelangen können, wie im Abschnitt **A. I. a.** §. 8. gelehrt worden ist, so zeigen sie sich doch am meisten in lockeren, mäßig warmen und feuchten Bodenarten, welche mit Phosphor haltigen Verwesungsstoffen von Thieren oder Pflanzen (— z. B. mit thierischen Knochen, Haaren und Eingeweiden oder mit den Stengeln, Blättern und Früchten der meisten Hülsenfrüchtler, Zwiebelgewächse und Getreidearten —) versehen sind. In nassen, gegen die Luft verschlossenen und in moorigen Krumen finden sie sich dagegen nur wenig oder auch gar nicht vor, wenn dieselben mit jenen Düngstoffen versorgt sind, und zwar nicht bloß deshalb, weil sie durch das Bodenwasser dieser Erdkrume ausgelaugt werden, sondern vorzüglich wohl darum, weil die in diesen nassen Krumen liegenden, fauligen Organismenreste der Phosphorsäure ihren Sauerstoff entziehen, und der durch den Fäulnißprozeß dieser Substanzen frei werdende Was-

ferstoff nun den Phosphor an sich reißt und sich zu flüchtigem, wie faule Fische riechenden Phosphorwasserstoffgas verbindet.

§. 109.

Wie schon im §. 8 des I. Abschnittes gezeigt worden ist, so gibt es im Wasser lösliche und unlösliche phosphorsaure Salze. Zu den im Wasser löslichen Salzen gehören im Allgemeinen die phosphorsauren Alkalien. Man findet diese darum schon in dem Wasserauszuge einer Erdkrume, entweder wenn man denselben mit Kalkwasser versetzt, wodurch sich ein weißer, flockiger Niederschlag von phosphorsaurem Kalke bildet, welcher sich auf Zusatz von Salpetersäure wieder auflöst; oder wenn man denselben mit ein Paar Tropfen Salpetersäure schwach ansäuert, dann so viel salpetersaures Silberoxyd zusetzt, daß alles Chlor als Chlorsilber ausgeschieden wird, darauf die Flüssigkeit vom Chlorsilber abfiltrirt und derselben nun so viel Ammoniak gibt, daß die etwa vorhandene freie Säure eben gesättigt wird; beim Vorhandensein von löslichen phosphorsauren Salzen entsteht alsdann ein dottergelber Niederschlag von phosphorsaurem Silberoxyd, der sich beim Zusatz von Ammoniak wieder auflöst.

Bemerkung. Sind viele organische Substanzen in einem Wasserauszuge vorhanden, was man leicht an seiner gelben bis braunen Färbung erkennen kann, so müssen diese erst durch Abdampfen und Glühen des Auszuges entfernt, dann der trockene Rückstand in reinem Wasser, dem man etwas Salpetersäure zusetzt, wieder aufgelöst, und endlich so verfahren werden, wie oben angegeben ist. Der durch salpetersaures Silberoxyd hervorgebrachte Niederschlag ist dann nicht dottergelb, sondern weiß.

Zu den im reinen Wasser unlöslichen phosphorsauren Salzen gehören dagegen alle diejenigen, welche eine alkalische Erde zur Basis haben, also vorzüglich die phosphorsaure Kalk- und Talkerde. In einem Boden, welcher viel verwesende, Stickstoff haltige Organismenreste enthält, werden sie aber doch durch die aus diesen Substanzen entwickelten und mit dem Bodenwasser verbundenen Säuren (Humus-, Kohlen- und Salpetersäure) und Ammoniaksalze auflöslich gemacht, und durch Schwefelsäure sogar zum Theile ganz zersetzt.

§. 110.

Für die Pflanzen sind die phosphorsauren Salze von der größten Wichtigkeit. Diese brauchen dieselben wegen ihres Phosphors haupt-

sächlich zur Herstellung des Klebers und Eiweißes in ihren Samenkörnern, dann aber auch zur Kräftigung ihrer Stengel- und Blattsubstanz; darum findet man auch in der Asche dieser Pflanzentheile die meisten der obengenannten Salze. Vorzüglich gilt dies von den Gewächsen aus den Familien der Hülsenfrüchtler, Kreuzblüthler, Korbblüthler (Corymbiferen) und den Getreidearten (am meisten vom Weizen, am wenigsten vom Roggen). Die Erfahrung hat gelehrt, daß, auf mit Knochenasche (phosphorsaurer Kalk-Talkerde) gedüngten Feldern der Klee viel üppigere Blätter, der Weizen viel größere, Mehlreichere Körner und der Meerrettig viel Nahrstoff reichere Wurzelstöcke trieb, als auf Aeckern, denen die Phosphorsäure mangelte. Es kann darum das Düngen mit diesen Salzen — mögen sie nun unter der Form von Horn-, Haar-, Klauen- und Knochenabwürfen oder als Mistjauche, Weizenstroh („grüne Düngung"), Knochenmehl ꝛc. gebraucht werden, — nicht genug empfohlen werden, vorausgesetzt, daß ein Boden soviel Feuchtigkeit besitzt, daß er die aus diesen Stoffen frei werdenden phosphorsauren Salze gehörig auflösen und verdünnen kann. Ist das Letzte nicht der Fall, dann „verbrennen sie die im Boden stehenden Gewächse", wie der Landwirth zu sagen pflegt. Darum gilt auch beim Bestreuen des Klee's mit Knochenmehl, ähnlich wie beim Gypsen, die Regel, dasselbe nur bei feuchter Witterung oder am Abend oder nach vorher gegangenem Regen auszustreuen.

§. 111.

Was zuerst die hierher gehörigen, alkalischen Salze betrifft, so ist Folgendes zu bemerken:

1) Das phosphorsaure Kali (66,48 Kali und 33,52 Phosphorsäure), ein im kalten Wasser fast unlösliches, in wässerigen Säuren aber leicht lösliches und dann alkalisch reagirendes Salz, welches hauptsächlich in dem Samen der Gewächse, vorzüglich der Getreide- und Hülsenfrüchte-Arten, vorkommt und durch den Mist und den Urin der Thiere, welche diese Früchte genießen, in den Boden gelangt. In diesem selbst kann es auch noch durch Berührung von kohlensaurem Kali und phosphorsaurer Kalkerde entstehen. Zersetzt kann es werden durch schwefelsaures Eisenoxydul, wodurch dann schwefel-

saures Kali und phosphorsaures Eisenoxydul entsteht. In torfigen Bodenarten oder im Untergrunde nasser Erdkrumen kommt dies bisweilen vor, wenn sie mit fetter Mistjauche gedüngt werden.

2) Das phosphorsaure Natron (23,21 Natron, 26,56 Phosphorsäure, 3,35 Constitutions- und 46,88 Krystallwasser), ein leicht im Wasser lösliches, sauer reagirendes, in den Flüssigkeiten des thierischen Körpers fast nie fehlendes Salz, welches gewöhnlich mit Kali oder Ammoniak zu einem Doppelsalze verbunden vorkommt, und meistens durch die Mistjauche in den Boden gelangt, wo es nun, ähnlich wie das vorige Salz, wirkt.

3) Das phosphorsaure Ammoniak (25,68 Ammoniak, 53,93 Phosphorsäure und 20,39 Wasser), ein kühlend salzig schmeckendes, leicht auflösliches Salz, welches fast stets mit phosphorsaurem Natron oder auch mit phosphorsaurer Talkerde verbunden im Harn und Auswurfe der Säugethiere, vorzüglich der Fleischfresser, vorkommt. (Vgl. §. 21 unter 3.)

§. 112.

Von höherer Bedeutung noch als die phosphorsauren Alkalisalze sind:

1) Die phosphorsaure Kalkerde oder Knochenerde (54,05 Kalkerde und 45,95 Phosphorsäure), unstreitig das wichtigste unter den hierher gehörigen Salzen. Es kommt nicht nur in der Masse der thierischen Zähne, Haare, Klauen und Knochen (in deren Substanz es 80—95 Proz. beträgt), oder in den Stengeln, Blättern und Früchten unzähliger Gewächse (gewöhnlich mit Talkerde oder Kali zu Doppelsalzen verbunden), sondern auch in vielen Felsarten (vgl. die Anmerkung zu §. 8. I. Abschn.) vor, durch deren Zersetzung es in die Erdkrume gelangt. Manche Mergel der Muschelkalk- und Keuperformation und viele dolomitische Kalksteine aus der Zechsteinformation Thüringens sind so reich an diesem Salze, daß die aus ihnen hervorgehenden Krumenarten fast keiner weiteren Düngung bedürfen, um nicht nur fortwährend reichliche Hül-

senfrüchte und prächtigen Weizen, sondern auch die schönsten Kernobstbäume und Buchen zu erziehen. Nur muß bei diesen Bodenarten stets dafür gesorgt werden, daß ihnen wegen ihrer hitzigen Bestandtheile nie der Schatten, den sie durch ihre Sträucher und Bäume empfangen, entzogen wird. Geschieht dies, dann fehlt ihnen die Feuchtigkeit, die sie zur vollständigen Zersetzung ihrer Düngstoffe, also zur Zubereitung der die Löslichkeit des phosphorsauren Kalkes bewirkenden Kohlen- und Humussäure brauchen, und es tritt das ein, was im §. 110 über die Wirkung der phosphorsauren Salze bei Trockenheit des Bodens ausgesprochen worden ist. — Außer in flüssiger Kohlen- und Humussäure erscheint der phosphorsaure Kalk auch löslich in Bodenarten, welche freie Schwefelsäure enthalten; er wird durch dieselbe zum Theil in löslichen, sauren phosphorsauren, zum Theil in schwefelsauren Kalk umgewandelt. Bei Gegenwart von schwefelsaurem Ammoniak findet ein Austausch der Säuren Statt und es bildet sich einerseits schwefelsaurer Kalk und andererseits phosphorsaures Ammoniak. Werden verwitternde Knochenmassen oder überhaupt Substanzen, welche phosphorsauren Kalk enthalten, einem nassen, gegen die Luft verschlossenen Boden, welcher viel schwefelsaures Eisenoxydul enthält, übergeben, so entzieht ihnen das letztgenannte Salz alle Phosphorsäure und wandelt sich in phosphorsaures, an der Luft blau werdendes, Eisenoxydul um, während sie selbst in schwefelsaure Kalkerde umgebildet werden. Endlich entzieht auch das in einem Boden vorkommende Eisenoxyd den Kalksalzen ihre Phosphorsäure.

Bemerkung. Das Dasein von gelöster phosphorsaurer Kalkerde in einer angesäuerten Flüssigkeit erkennt man an dem weißen Niederschlag, welcher sich erzeugt, wenn man die Flüssigkeit mit Ammoniak übersättigt.

2) Die phosphorsaure Talkerde kommt in organischen Substanzen fast stets entweder mit der Kalkerde (so in den Zähnen und Knochen in 1—3 Proz. davon; in den Pflanzensamen aber in 25—30 Proz.) oder mit Ammoniak (vorzüglich im Urin und Kothe der Säugethiere und auch mancher Vögel — (z. B.

der Hühner und Tauben) verbunden vor; auch zeigt es sich in manchen Dolomiten und dolomitischen Mergeln. — Mit Ammoniak verbunden bildet es die phosphorsaure Ammoniak-Talkerde (51,44 Phosphorsäure, 29,83 Talkerde und 18,73 Ammoniak), ein geschmackloses Salz, welches fast immer im Urine und Miste der Kräuter fressenden Hausthiere vorkommt und sich aus diesem bei ruhigen Stehen unter der Form von kleinen durchscheinenden Körnern absetzt, die von wässeriger Kohlen- oder Humussäure oder von alkalischen Salzauflösungen gelöst und zur Aufnahme in den Pflanzenkörper tauglich gemacht werden, — ganz ähnlich, wie die phosphorsaure Kalkerde, mit der sie überhaupt in ihrem Verhalten manches Aehnliche hat. — Befinden sich aber in einem Boden außer ihr noch andere auflösliche phosphorsaure Salze, so wird sie nur sehr wenig von jenen wässerigen Säuren aufgelöst. Hierauf beruht ein einfaches Verfahren, um dieses Salz in einer Flüssigkeit aufzufinden: es wird dasselbe nämlich niedergeschlagen, sobald man die Flüssigkeit, in welcher es gelöst gehalten wird, mit überschüssigem, phosphorsauren Natron sättigt.

§. 113.

Unter den phosphorsauren Salzen sind endlich noch zu erwähnen:

1) Das phosphorsaure Eisenoxydul. Es bildet sich entweder aus schwefelsaurem Eisenoxydul oder auch aus dem einfachen Oxydul in Erdkrumen, welche fast stets unter Wasser stehen und mit phosphorsauren Salzen versehene Fäulnißstoffe enthalten, so vorzüglich im Teichschlamme, im Untergrunde von torfigen und sumpfigen Bodenarten ꝛc., und zeigt sich in frischgefälltem Zustande als ein weißes Pulver, welches an der Luft durch höhere Oxydation seines Eisens erst schön blau und dann allmählig durch Umwandlung in phosphorsaures Eisenoxyd schmutzig-braun wird. Durch diese Farbenwandlung ist es leicht in Bodenarten zu erkennen. In reinem Wasser ist es ganz unlöslich; in flüssiger Kohlen- und Humussäure nur sehr wenig, in mineralischen Säuren und Ammoniak aber leicht löslich. Von Alkalien wird ihm der größte Theil seiner Phos-

phorsäure entzogen, wobei es sich schwarz färbt. Wegen seiner geringen Löslichkeit in flüssiger Kohlen- und Humussäure ist es für die Pflanzen von keinem großen Werthe, obgleich behauptet wird, daß kleine Mengen von diesem Salze in verdünnten Säuren gelöst den Gewächsen recht zuträglich sein sollen.

2) Das phosphorsaure Eisenoxyd. Es bildet sich in jedem Eisenoxyd haltigen Boden, sobald demselben Düngstoffe mit phosphorsauren Salzen übergeben werden, hauptsächlich aber bei der Berührung von phosphorsaurem Ammoniak mit Eisenoxyd. Außerdem findet es sich auch im Raseneisensteine. Im reinen Wasser ist es unlöslich; in mineralischen Säuren aber und in kohlensaurem Ammoniak erscheint es löslich. Frisch gefällt zeigt es eine weiße Farbe, welche es auch an der Luft behält. — Da die flüssige Humussäure nur sehr wenig davon auflöst, so kann es den Gewächsen nicht leicht durch Ueberladung schaden; eher möchte seine fortwährend stattfindende Entstehung in so fern von Nachtheil für die Fruchtbarkeit eines Bodens sein, als ihm eben durch diese Eisensalzbildung ohne Aufhören seine übrigen, nützlichen phosphorsauren Salze entzogen werden.

f. Die kohlensauren Salze.

§. 114.

Unter allen Salzen der Erdkrume haben die kohlensauren Salze das bei weitem größte Verbreitungsgebiet. Da nicht bloß die atmosphärische Luft und das aus ihr in den Boden gelangende Meteorwasser, sondern auch das aus dem Erdinnern hervordringende und die Krume berieselnde Quellwasser, und nicht bloß die im Erdschooße verwesenden Organismenreste, sondern auch die auf der Bodenfläche verwitternden Felsmassen und besonders der mit anderen stärkeren Krumensäuren in Berührung tretende Kalkstein Kohlensäure zur Bildung dieser Salze liefern, so ist es nicht zu verwundern, wenn jeder, selbst der rein mineralische, Boden eine größere oder kleinere Quantität von kohlensauren Salzen in seiner Krumenmasse enthält, sobald er nur die mit Kohlensäure beladene atmosphärische Luft in sein Inneres eindrin-

gen läßt und keine andere Säure in sich birgt, welche eine stärkere Verwandtschaft zu den Basen dieser Salze besitzt, als die mit ihnen verbundene Kohlensäure. Ist dies Letztere aber der Fall, dann wird durch Einfluß der stärkeren Säure — wie schon im §. 82 gezeigt ist — die Kohlensäure unter lebhaftem Aufbrausen und Blasenwerfen aus ihrer Verbindung losgerissen.

Bemerkung. Dieses Aufbrausen einer kohlensauren Salzlösung beim Betröpfeln mit einer anderen Säure — z. B. mit Salzsäure — gibt zugleich ein gutes Erkennungsmittel der kohlensauren Salze ab.

§. 115.

Die kohlensauren Salze sind nur dann in reinem Wasser auflöslich, wenn sie eine alkalische Basis haben oder ihre Säure an Menge die mit ihr verbundene alkalische Erde überwiegt; in einem mit Kohlensäure beladenen Wasser aber sind alle und zwar um so leichter löslich, je mehr dasselbe von dieser Säure in sich enthält. Daher kommt es, daß in einem viel verwesende Düngstoffe besitzenden Boden alle kohlensauren Salze um so leichter löslich werden, je stärker die Verwesung dieser Stoffe vorwärts schreitet. Sie verlieren jedoch diese Löslichkeit wieder, wenn sie beim Umarbeiten des Bodens auf längere Zeit mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommen, indem alsdann das sie gelöst haltende kohlensaure Wasser wieder verdunstet. Hauptsächlich gilt dies von den kohlensauren Salzen, welche eine alkalische Erde oder Eisenoxydul zur Basis haben. — Wie kohlensaures Wasser das Hauptlösungsmittel dieser Salze ist, so sind nach dem vorigen §. freie Säuren oder Salze mit Säuren, zu denen die Basen jener Salze eine größere Verwandtschaft haben, als zu ihrer Kohlensäure, die Hauptzersetzungsmittel derselben, wie in den folgenden §§. noch hinlänglich gezeigt werden wird.

§. 116.

Für das Pflanzenleben haben die meisten der kohlensauren Salze einen unendlichen Werth. Einerseits liefern sie den Gewächsen durch ihre Säure das Hauptmittel zur Darstellung der Pflanzenfaser, andererseits geben sie zugleich denselben in ihren Basen das Festigungsmittel für die entstehende Pflanzenzelle und den Vermittelungs- oder Dämpfungsstoff, wenn Säuren und Wasser in zu großer Masse in das

Pflanzen-Innere eindringen. Es kann daher im Allgemeinen eine Pflanze nicht leicht genug von kohlensauren Salzen erhalten.

Auch mittelbar wirken manche hierher gehörigen Salze — z. B. der kohlensaure Kalk — für die Ernährung der Gewächse dadurch, daß sie 1) die im Boden vorkommenden unlöslichen, kieselsauren Alkalien in lösliche, kohlensaure Salze umwandeln; oder 2) die in einer Krume allzu reichlich vorhandenen Säuren — z. B. die Schwefelsäure — mittelst ihrer Basen fesseln und dafür ihre nahrhafte Kohlensäure frei geben; oder endlich 3) nachtheilige lösliche Salze — z. B. schwefelsaures Eisenoxydul — unlöslich machen oder ganz zerstören.

§. 117.

Das kohlensaure Kali oder milde Pflanzenlaugensalz (68,2 Kali und 31,8 Kohlensäure) ist das wichtigste unter den hierher gehörigen Salzen. Es kommt in jedem Boden vor, welcher aus der Verwitterung von gemengten, hauptsächlich feldspathigen Felsarten entstanden ist (vgl. §. 5 und 6 des I. Abschnittes), mithin fast in jeder Thon haltigen Erdkrume. Außerdem aber findet es sich auch in mehr oder minder beträchtlicher Menge sowohl in der Verbrennungs-, als Verwesungsasche der meisten Pflanzen, vor allen aber im Humus der Getreide- und Hülsefrüchtler-Arten, sowie der Eichen, Buchen und Ulmen (namentlich der Blätter). Es ist im Wasser sehr leicht löslich und darum leicht auslaugbar, woher es denn kommt, daß es weit mehr in den unteren, als oberen Schichten eines Bodens zu finden ist. In seinen wässerigen Auflösungen schmeckt und riecht es laugenhaft und färbt Curcumapapier roth; mit Galläpfeltinktur versetzt nehmen diese Lösungen allmählig eine grüne Farbe an. Dampft man dieselben bis zur vollständigen Trockenheit ein und glüht dann den Rückstand, so erscheint das kohlensaure Kali als ein weißes Pulver, welches an der Luft durch Ansaugung von Feuchtigkeit zu einer ölartigen Flüssigkeit zerfließt. Wegen seiner alkalinischen Eigenschaften gibt es das beste Zersetzungsmittel von Organismenresten in einem nassen Boden ab. — In Bodenarten, welche viele freie Humussäure oder andere freie Säuren enthalten, wird es leicht zersetzt; dasselbe geschieht auch, wenn schwefelsaure und salpetersaure Salze in einem Boden vorkommen. Es kann deshalb auch das kohlensaure

Kali als das beste Bannungsmittel aller, die Fruchtbarkeit einer Ackerkrume beeinträchtigenden Säuren und Salze angesehen werden. Der Werth der Pflanzenasche als Verbesserungsmittel nasser, saurer Bodenarten gründet sich darauf.

Obgleich es als eins der wichtigsten Nahrungsmittel der meisten Gewächse angesehen werden muß und viele Kulturgewächse — so namentlich die Hülsenfrüchtler, Kartoffeln, der Flachs und Weizen ꝛc. — ohne ein gewisses Quantum dieses Salzes durchaus nicht gedeihen wollen, so ist doch ausgemacht, daß dasselbe nicht in zu großen Quantitäten einer Erdkrume beigemengt sein darf, da sonst wegen seiner leichten Löslichkeit mit einem Male mehr davon in den Pflanzenkörper gelangt, als derselbe assimiliren kann, und der nicht assimilirte Theil dieses Salzes alsdann ätzend auf die Zellenmembrane einwirkt. Beim Düngen mit Pflanzenaschen ist hierauf Rücksicht zu nehmen.

Zusatz. Das kohlensaure Natron oder die Soda (58,7 Natron und 41,3 Kohlensäure) kommt entweder aus der Verwitterung von Albit und Zeolith haltigen Felsarten (z. B. mancher Basalte, Trachyte und Klingsteine) oder aus der Verwesung Natron haltiger Gewächse in die Erdkrume. Wegen seiner leichten Löslichkeit und Zersetzbarkeit wird es sehr wenig im Boden angetroffen. In seinen Eigenschaften ist es dem kohlensauren Kali sehr ähnlich. Es muß daher von ihm im Allgemeinen dasselbe gelten, was vom Kali ausgesagt worden ist.

§. 118.

Das kohlensaure Ammoniak (30,5 Ammoniak, 54,5 Kohlensäure und 15,0 Wasser) erzeugt sich überall da, wo Stickstoff haltige Organismenreste in Fäulniß und Verwesung übergehen, also vorzüglich in den Urinkloaken, Düngergruben, Viehställen und Ackerkrumen, welche frische Düngung besitzen. Da die Eigenschaften und Bannungsmittel dieses flüchtigen, an der Luft stechend riechenden Salzes schon im **1.** Abschnitte **§. 21 a. 1.** angegeben worden sind, so kann hier gleich von seinem Einflusse auf die Fruchtbarkeit eines Bodens gesprochen werden. Es ist das beste Nahrungsmittel der Pflanzen, da es ihnen zu gleicher Zeit in seiner Kohlensäure den Grundstoff zur Bildung seiner vegetabilischen Faser und in seinem Stickstoffe ein Hauptbildungsmittel des für die Ernährung des Samenkeimes so wichtigen Klebers darbietet. Kein Wunder daher, daß es die Gewächse

mit der größten Begierde einsaugen und in Folge davon ein viel kräftigeres Wachsthum, üppigeres Laubwerk und an Kleber reichere Samen zeigen! Aber dieses Wuchern im Wachsthume und dies Erzeugen von Kleber strotzenden Samen wird nur dann von wahrem Werthe für die Pflanzen sein, wenn sie auf einmal nicht viel von dieser mastigen Speise und alsdann zugleich mit ihr auch Stoffe erhalten, welche einerseits das überreizende Treiben derselben zügeln und andererseits die von ihr erzeugten Organenstoffe festigen. Ist dies nicht der Fall und bekommen die Gewächse auf einmal zuviel kohlensaures Ammoniak, dann zeigen sich ihre Gliedmaßen zu saftig und haltlos: Regen und Windstöße knicken ihre Stengel und Halme um und feucht-warme Witterung reizt ihre weichen und strotzenden Samenkörner zu einem voreiligen Keimen, ehe sie noch ihre Mutterpflanze verlassen und die vollständige Reife erlangt haben. — In diesen Erscheinungen allein liegt der Grund, warum namentlich Getreidefelder, die mit sogenanntem hitzigen Dünger (Pferde- und Schafmist) versorgt worden sind, feuchter Witterung zur gehörigen Verdünnung ihres kohlensauren Ammoniakgehaltes und vieler Kieselsäure und alkalischer Erdsalze zur Festigung der Pflanzenorgane bedürfen, wenn sie wahrhaft fruchtbar sein und die Halme ihrer Gewächse sich nicht legen sollen.

Bemerkung. Der kohlensaure Kalk bedarf hier weiter keiner Erwähnung, da er unter den Hauptgemengtheilen der Erdkrume in den §§. 51—56 schon hinlänglich beschrieben worden ist.

§. 119.

Die kohlensaure Talkerde (48,48 Talkerde und 51,52 Kohlensäure) kommt vorzüglich mit kohlensaurem Kalke verbunden in den aus Dolomiten, dolomitischen Mergeln oder älteren Kalksteinen entstehenden Erdkrumen vor; ferner wird sie auch durch die Verwitterung aller Felsarten, welche kieselsaure Talkerde enthalten (— augitischer und hornblendiger Felsarten —) in den Boden gebracht, und endlich produciren sie auch viele Gewächse bei ihrer Verwesung. — Sie hat mit dem kohlensauren Kalke die Unlöslichkeit in reinem und die Löslichkeit in Kohlensäure haltigem Wasser gemein; ebenso wird sie, wie dieser, von allen anderen Säuren des Bodens zersetzt. Aber sie unterscheidet sich von ihm vorzüglich durch ihre gewaltige Wasseransaugung, vermöge deren sie im fein zertheilten Zustande 500 Theile Wasser in

sich aufnehmen und sehr lange festhalten kann, durch ihre sehr geringe Wärmeempfänglichkeit und durch ihr starkes Wärmeausstrahlungsvermögen. Vermöge dieser Eigenschaft zeigt sie sich je nach der physikalischen Beschaffenheit des sie besitzenden Bodens von verschiedenem Einflusse auf die Fruchtbarkeit desselben. Ist derselbe zur Erhitzung und Austrocknung geneigt, wie z. B. eine sand- oder kalkreiche Krume, und hat er noch dazu einen steinigen, die Feuchtigkeit nicht zusammenhaltenden, Untergrund, dann ist seine kohlensaure Talkerde noch das einzige Mittel, wodurch er fruchtbar gemacht wird; ist er dagegen von Natur naß und kalt, dann verschlechtert ihn dies kohlensaure Salz noch mehr. — Welchen Werth die kohlensaure Talkerde als Pflanzennahrmittel hat, darüber ist man noch nicht im Klaren; nur so viel ist gewiß, daß Flachs und Hanf sie nicht gut zu ihrem Gedeihen entbehren können.

§. 120.

Das kohlensaure Eisenoxydul (76 Eisenoxydul und 24 Kohlensäure) kommt entweder unter der Form von schaligen Knollen als Sphärosiderit oder als Bestandtheil des Raseneisensteins oder endlich als pulveriger Gemengtheil mancher Ackererden vor. Hauptsächlich findet es sich in vielen Kalk- und Mergelarten, welche mit einer moorigen Erdschicht bedeckt sind, oder in den unteren, feuchten, mehr oder weniger gegen die Luft verschlossenen Lagen von solchen Bodenarten, welche viel Eisenoxydul enthalten. Hier bildet es sich mittelst der entweder durch das Regenwasser in den Boden gelangenden oder durch die Verwesung von Düngstoffen frei werdenden Kohlensäure. Kommt es durch Umarbeiten des Bodens mit der atmosphärischen Luft in Berührung, so wandelt es sich durch Anziehung von Sauerstoff in gelbes Oxydhydrat um und läßt nun in Folge davon seine Kohlensäure frei werden. Trifft es andere Bodensäuren — z. B. Schwefelsäure oder Humussäure —, so läßt es ebenfalls seine Kohlensäure fahren und verbindet sich mit diesen Säuren. — In reinem Wasser ist es unlöslich; in Kohlensäure haltigem dagegen wird es aufgelöst und bildet dann eine farblose, tintenartig schmeckende Flüssigkeit, die im Allgemeinen der Gesundheit der sie genießenden Gewächse nachtheilig ist.

g. Die humussauren Salze.

§. 121.

Diese Salze können nur in einem Boden vorkommen, welcher verwesende Organismenreste und Salzbasen enthält, die zu der Humussäure Verwandtschaft besitzen. Von ihren Eigenschaften und Veränderungen ist bereits im §. 16 und von ihrem Einflusse auf die Fruchtbarkeit und Umwandlung einer Erdkrume im §. 22 des I. Abschnittes so weitläufig gesprochen worden, daß alles dieses hier weiter keiner Erwähnung bedarf.

§. 122.

Die wichtigsten der hier zu nennenden Salze sind folgende:

1) Das humussaure Kali (20,97 Kali und 79,03 Humussäure), ein sehr leicht lösliches Salz, welches zwar der Zersetzung durch Einfluß der atmosphärischen Luft lange widersteht, aber von den kohlensauren und schwefelsauren Kalk- und Talkerdesalzen, sowie durch die verschiedenen Oxydationen des Eisens und durch Thonerde sehr bald seiner Humussäure beraubt wird, woher es denn kommt, daß man es nur selten in einem Boden (in einem kalkigen oder dolomitischen wohl nie) antrifft. — Wegen seiner leichten Löslichkeit kann es mit einem Male in zu großen Quantitäten von den Pflanzen aufgenommen werden und dann schadet es ihnen, namentlich bei anhaltend trockener, heißer Witterung vermöge seines Kalireichthums.

2) Ihm ganz ähnlich verhält sich das humussaure Natron (14,96 Natron und 85,04 Humussäure) und humussaure Ammoniak. (Vergl. §. 21 unter 2.)

3) Die humussaure Kalkerde (nach Sprengel, 13,10 Kalkerde und 86,90 Humussäure), ein merkwürdiges Salz, über dessen Existenz noch viel gestritten wird. Nach Sprengel (Chemie für Landwirthe I. Theil. S. 631 u. f.) entsteht es am ersten, „wenn ein viel Humus haltender Boden mit gebranntem Kalk gedüngt wird, indem sich durch Einwirkung der Kalkerde und den vorhandenen, unzersetzten Pflanzenresten und dem Humus schnell Humussäure bildet. Im frisch gefällten Zustande

ist es in 2000 Theilen Wasser löslich, getrocknet aber nur sehr wenig, ebenso erscheint es in flüssigem Ammoniak leicht löslich, und von der Luft wird es in kohlensauren Kalk umgewandelt." Vielleicht ist eben diese letztgenannte Umwandlung der humussauren Kalkerde die Ursache, warum es dem Verfasser nicht gelingen wollte, dieselbe bei seinen Boden-Zerlegungen aufzufinden.

4) Die humussaure Talkerde (9,42 Talkerde und 90,58 Humussäure), im dolomitischen Kalk- oder Mergelboden häufig, wenn derselbe feucht und in Schatten gehalten wird. Frisch gefällt bildet sie mit 160 Theilen Wassers bei 15 Gr. R. Wärme eine braune Auflösung. Im flüssigen kohlensauren Ammoniak löst sie sich leicht auf. Bei Gegenwart von kohlensaurem Kali wird sie zersetzt; dasselbe geschieht, wenn ihr Lösungswasser verdunstet; Kohlensäure haltiges Wasser aber hat keinen Einfluß auf sie. Im Uebrigen vergl. §. 15. — Auf die Gewächse übt sie einen bald guten, bald nachtheiligen Einfluß aus. Pflanzen, welche, wie der Flachs, viel Talkerde zu ihrem Gedeihen brauchen, können nicht leicht genug davon erhalten; andere Gewächse dagegen, welche nur sehr weniger Talkerde zu ihrer Ernährung bedürfen, werden krankhaft und sollen die Wassersucht, den Schurf und dergl. bekommen, wenn sie viel von diesem Salze auffaugen müssen.

5) Die humussaure Thonerde (8,2 Thonerde und 91,8 Humussäure), ein im reinen Wasser nur sehr wenig, in wässerigem, kohlensauren Ammoniak aber sehr leicht auflösliches Salz, welches sich oft in recht nassen Thonböden bildet, wenn dieselben mit gährendem Miste untermengt werden. In lockeren, luftigen Bodenarten aber kommt es wohl nur selten vor, weil es sich durch Einfluß der Luft zersetzt. Nach Sprengel soll es die Pflanzen mit der zu ihrer chemischen Constitution erforderlichen Thonerde versorgen (?)..

6) Das humussaure Eisenoxydul kommt entweder in sumpfigen, torfigen Bodenarten oder in den unteren, Eisenoxydul haltigen, Schichten verschiedener thoniger Bodenarten vor, wandelt sich an der Luft in das humussaure Eisenoxyd um

und löst sich sehr leicht in flüssigem kohlensauren Ammoniak, aber nur wenig in reinem Wasser auf.

7) Das humussaure Eisenoxyd, welches entweder in allen Bodenarten, die Eisenoxyd und freie Humussäure in reichlichem Maße enthalten, oder auch in den oberen, der Luft ausgesetzten Lagen torfiger oder sumpfiger Krumen durch höhere Oxydation des unter 6. erwähnten Salzes, oder endlich in trocken gelegten Torfmooren vorkommt. Es ist ein schwer zu zersetzendes Salz, auf welches weder andere Säuren, noch Alkalien und alkalische Erden gehörig einwirken können. Nur die Luft kann dasselbe ganz allmählig durch Umwandlung seiner Humussäure in Kohlensäure, zu der bekanntlich das Eisenoxyd keine Anziehung hat, zerstören. Im Wasser löst es sich nur sehr wenig, in flüssigem kohlensauren Ammoniak aber ziemlich stark auf. — Bemerkenswerth ist es, daß nach Sprengel dieses Salz nicht zerstört wird, wenn sein Lösungswasser gefriert, wie es doch sonst bei den humussauren Salzen der Fall ist.

Die in den vorigen §§. angegebenen Salze mögen etwa die wichtigsten und am meisten in der Erdkrume vorkommenden sein. Da vieles von ihrer Natur und ihrem Verhalten gegen das Pflanzenleben noch dunkel und unerklärbar ist, so ließ sich auch hier noch nicht alles, die Eigenschaften dieser Bodenbestandtheile betreffende, mit voller Klarheit und unumstößlicher Wahrheit aussprechen. Es wird dies auch nicht eher geschehen können, als bis der praktische Land- und Forstwirth dem Theoretiker zu Hülfe kommt und mit den Waffen der Gebirgskunde, Chemie und Pflanzenphysiologie gerüstet die Natur und Eigenschaften desjenigen Theiles der Erdrindebildungen zu ergründen sucht, von dem er allein seinen Vortheil und Lebenserwerb verlangt.

B. Die Erdkrume nach ihren physischen Eigenschaften.

§. 123.

Der Masse der Erdkrume stehen bestimmte Eigenschaften zu, welche nicht nur zur Unterscheidung der einzelnen Bodenarten, sondern auch zur Bestimmung der Fruchtbarkeit einer Erdkrume und zur Erklärung mancher Erscheinungen, welche der Erdboden in seinem Verhalten zur Pflanzenwelt zeigt, von Wichtigkeit sind. Diese Eigenschaften, welche theils durch die Natur der Bodengemengtheile, theils durch die Bodenlage, theils aber auch durch die auf dem Boden wachsende Pflanze hervorgerufen werden, lassen sich in folgenden Abtheilungen zusammenfassen:

a. Eigenschaften, welche durch die Anziehungskraft der Bodengemengtheile hervorgerufen werden, und zwar
   1) der Bodentheile unter sich (Cohärenz und Consistenz der Erdkrume);
   2) der Bodentheile zum Wasser und zur Luft (Haarröhrchen-Anziehung des Bodens und Hygroscopizität).

b. Eigenschaften, welche durch die Anziehungskraft des Erdkörpers, d. h. die Schwere, bedingt sind;
   3) das absolute und das spezifische Gewicht.

c. Verhalten gegen die unwägbaren Stoffe.
   4) gegen die Wärme;
   5) gegen die Elektrizität.

---

a. Durch die Anziehungskraft der Bodengemengtheile hervorgerufene Eigenschaften.

1. Die Cohärenz und Consistenz der Erdkrume.

§. 124.

Unter der Cohärenz eines Bodens versteht man die Stärke der Anziehung, welche die einzelnen Bodengemengtheile unter sich ausüben. Sie hängt

1) von der chemischen Beschaffenheit dieser Theile,

2) von ihrem Verhalten gegen die Wärme und
3) von ihrer Empfänglichkeit gegen die Einwirkung eines Mittels ab, welches die Bodentheile zur gegenseitigen Anziehung anreizt und so gewissermaßen das Bindemittel der Erdkrume bildet.

Was den ersten Punkt betrifft, so werden die Gemengtheile eines Bodens einen um so größeren Zusammenhalt zeigen, je mehr sie sich dem wirklich erdigen Zustande nähern, je höher also ihr Verwitterungsgrad ist, und je verschiedenartiger ihre chemischen Bestandtheile sind. Denn je mehr dies Letzte der Fall ist, um so mehr chemische Verwandtschaften finden sich zwischen ihnen vor, je mehr aber von diesen eintreten, desto stärker werden die Atmosphärilien von dem Boden angezogen und festgehalten; und je stärker diese, namentlich ihre wässerigen Theile, festgehalten werden, desto größer ist der Zusammenhalt der Bodenmasse.

Die meisten chemischen Bestandtheile besitzen die thonigen Bodenarten; sie zeigen darum auch die meiste Cohärenz. Die wenigsten zeigen der reine Sand- und Kalkboden; sie haben darum auch die wenigste Anziehung ihrer Theile.

In Beziehung auf den zweiten Punkt werden die Gemengtheile einen um so geringeren Zusammenhalt zeigen, je mehr sie für die Wärme empfänglich sind. Denn je mehr dies der Fall ist, desto weniger zeigen die Gemengtheile Neigung, die Feuchtigkeit festzuhalten. Hierdurch aber verlieren sie nicht nur das die Anziehung befördernde, sondern auch das die chemische Verwandtschaft einleitende und unterstützende Mittel. Die Folge davon ist, daß eine weitere Zersetzung der Bodenmasse nicht stattfindet, und daß die Gemengtheile eine grobkörnige Gestalt, welche nicht geeignet ist, eine Theileanziehung herbeizuführen, zeigen.

Quarzsand und Boden der Wüsten.

§. 125.

Je nach den verschiedenen Stärkegraden der Festigkeit (Consistenz) unterscheidet man:

1) einen festen oder zähen Boden, dessen Bearbeitung viel Mühe kostet. Er ist ein Produkt von der Wirkung des von den Bodengemengtheilen — ungleichmäßig — festgehaltenen

Wassers; friert im Winter zu einer harten, eisigen Masse, backt im Sommer zu steinähnlicher Kruste zusammen und zeigt in beiden Jahreszeiten viele Risse und Sprünge. Im noch weichen Zustande ist er zäh und anklebend. Thon ist sein Repräsentant. Durch beigemengte Steine und Sandmassen oder überhaupt durch Substanzen, welche ihn erwärmen — z. B. durch Kalkschutt oder zermalmte gebrannte Ziegelsteine — wird er lockerer und besser zu bearbeiten. Pflanzen können in ihm nicht gut gedeihen. Im festen Zustande zerreißt er durch sein Bersten oder zerdrückt er durch seine Zusammenziehung ihre Wurzeln, im nassen Zustande klebt er diesen Wurzeln an, und verhindert dadurch sowohl ihre Ausdünstung, als ihr Einsaugungsvermögen.

2) einen bindigen Boden, welcher weder von der Hitze zu Staub umgewandelt oder zu festen Klößen zusammengebacken, noch von der Nässe schmierig oder schlammig wird, nur bei großer Hitze Risse und Sprünge bekommt, und, ohne anzukleben, noch eine gewisse Formbarkeit besitzt. Er zieht viel Wasser an sich, verdunstet es aber zum Theil wieder. Sein Repräsentant ist der sandige, lehmige oder mergelige Thon.

3) einen mürben Boden, welcher bei der an sich leichten Bearbeitung in lauter kleine gleichartige Krümchen zerfällt, die aber einen gewissen Zusammenhang unter sich haben; bei der Befeuchtung gleichmäßig feucht wird, sich nicht formen läßt und nie berstet oder schlammig wird. Immer Feuchtigkeit anziehend, aber auch zum Theil wieder verdunstend. Humose, lehmige, mergelige Bodenarten repräsentiren ihn. Für Pflanzenernährung ist er der geeignetste Boden.

4) einen lockern Boden, welcher dem vorigen ähnlich ist, aber schon weniger Zusammenhang und stärkeres Erhitzungs- und Verdunstungsvermögen zeigt. Im Sommer sich leicht erhitzend, im Winter leicht erkältend. Zu ihm gehören alle Bodenarten, welche viel Sand oder vorherrschend Kalk enthalten. An nicht allzu leicht austrocknenden Lagen ist er noch gut für Pflanzenzucht, bei starker Wärme mit plötzlich

wechselndem Thauwetter läßt er dagegen zu leicht seine Gewächse auswintern.

5) einen leichten oder losen Boden, dessen Masse aus lauter feinen Staubkörnchen besteht, die durch den leisesten Luftzug gehoben und fortgetrieben werden können. Der feine Dünensand gehört hierher. In ihm kann keine Pflanze einen festen Haftpunkt gewinnen. Besteht ein solcher Boden aus größeren und kleineren Geröllen und Steinkörnern, so wird er zum grandigen.

§. 126.

Wenn Bodenarten in ihrem nassen Zustande von starkem Froste durchzogen werden, so verlieren sie durch dieses Durchfrieren sehr viel von ihrer Festigkeit. Daher kommt es, daß selbst zäher Thonboden nach völliger Durchfrierung seiner Masse später nur als bindiger Boden erscheint. „Diese Erscheinung wird aus der durch das Gefrieren veranlaßten Krystallisation des in den Zwischenräumen der Erde enthaltenen Wassers und der hierdurch hervorgebrachten Auseinandertreibung der Erdtheilchen erklärbar."

Um die Durchfrostung eines festen Bodens zu bewirken, bricht man vor Eintritt der Winterkälte das Erdreich desselben um.

Zusatz: Außer der Cohärenz zeigen manche Bodenarten auch noch Adhäsion, d. h. das Vermögen, im angefeuchteten oder nassen Zustande Gegenständen, die mit ihnen in Berührung kommen, stärker oder schwächer anzukleben. Unter allen Bodengemengtheilen thut dies am meisten der Thon, und nach ihm der Thonmergel und fette Lehm. Durch Beimengungen von Sand oder pulverisirtem Kalk wird dieses Vermögen sehr geschwächt.

---

2. Die Haarröhrchen-Anziehung der Bodenmasse.

§. 127.

Diese Art der Anziehung zeigt der Boden in dem größeren oder geringeren Vermögen

a. eine bestimmte Menge Wassers in sich aufzunehmen, ohne dasselbe tropfenweise fahren zu lassen (Wasser haltende oder Wasser fassende Kraft);

b. das aufgenommene Wasser längere oder kürzere Zeit in sich festzuhalten (Wasser anhaltende Kraft);

c. die Feuchtigkeit aus seiner Umgebung mehr oder weniger aufzusaugen (Hygroscopizität des Bodens);

d. die aufgenommene Wassermenge mehr oder weniger gleichmäßig unter seine Massetheile zu verbreiten (Wasser-Vertheilung), und

e. auch atmosphärische Luft, namentlich Sauerstoff und Ammoniak, in sich einzusaugen und zu verdichten (Luft-Ansaugungs- oder Luftbannungskraft).

§. 128.

Die Kraft, mit welcher eine Erdkrume alle diese Erscheinungen ausübt, hängt ab

a. von der Natur ihrer einzelnen Gemengtheile: Je reicher an kohlenstoffigen Substanzen diese sind, desto größer ist auch ihre Haarröhrchenkraft.

b. von der größeren oder geringeren Fähigkeit, schneller oder langsamer sich vom Wasser befeuchten zu lassen. Eine ganz ausgedorrte Erde läßt anfangs alles Wasser durch ihre Masse mechanisch durchziehen und wird erst dadurch, daß das durchziehende Wasser sie befeuchtet, wieder befähigt, dasselbe nach und nach aufzusaugen.

c. von der Consistenz ihrer Masse: Je gleichartiger und krümlicher dieselbe ist, desto größer ist auch ihre Haarröhrchenkraft; je ungleichartiger und grobkörniger sie dagegen erscheint, desto weniger übt sie die Haarröhrchen-Anziehung aus.

a. Wasser fassende Kraft.

§. 129.

Diese Aeußerung der Haarröhrchen-Anziehung ist besonders von der chemischen Beschaffenheit der Bodengemengtheile abhängig und kann durch eine vollständige Austrocknung dieser sehr geschwächt werden. Unter den gewöhnlichen Gemengtheilen der Erdkrume zeigt sie der Humus am stärksten; denn 100 Theile desselben fassen 181 Theile Wasser. Nächst ihm faßt die kohlensaure Kalkerde am meisten

(85 Proz.); dann folgt der reine graue Thon, welcher 70 Proz. hält; ihm schließt sich der lehmartige Thon (50 Proz.) und diesem der lettenartige Thon (40 Proz.) an. Der schieferige Mergel faßt nur 34 Proz.; der Kalksand 29 Proz.; die Gypserde nur 27 Proz. und der Quarzsand noch weniger, nämlich 25 Proz. — Aus diesen Angaben, die aus Schübler's Agrikulturchemie entlehnt sind, ersieht man, daß unter sonst gleichen Verhältnissen ein Boden die Wasser fassende Kraft um so stärker zeigen wird, je mehr humose Theile er enthält; dagegen um so schwächer, je mehr Quarzkörner und je weniger krümliche Beschaffenheit seine Masse zeigt.

§. 130.

Da von dieser Kraft die Fruchtbarkeit eines Bodens abhängt, so ist es gut, wenn man dieselbe bei jeder Erdart zu erforschen sucht. Zu diesem Zwecke trocknet man bei etwa 50° R. (nach Schübler) 400 Gran der zu prüfenden Erde so lange, bis sie nichts mehr von ihrem Gewichte verliert, breitet sie dann auf einem ganz durchnäßten und im nassen Zustande abgewogenen Fließpapier, welches auf einem mit Leinwand überspannten Rahmen liegt, aus, und gießt nun der auf dem Fließpapier ausgebreiteten Erde so lange Regenwasser zu, bis sie völlig durchnäßt ist und von dem zugegossenen Wasser kein Tropfen mehr abfließt. Ist dieses der Fall, so hebt man die nasse Erde sammt dem Fließpapier von der Leinwand ab, bringt sie auf die Wage und bestimmt ihr Gewicht, woraus sich alsdann durch eine einfache Rechnung die Menge des eingesogenen Wassers und die Größe der Wasser haltenden Kraft der Erde nach Prozenten bestimmen läßt.

Beispiel. Es sei

das Gewicht der ausgetrockneten Erde	400 Gran
das Gewicht des nassen Fließpapiers	110 Gran
Summa beider	510 Gran
das Gewicht der mit Wasser gesättigten Erde, sammt dem Papiere	706 Gran
so beträgt die Menge des eingesogenen Wassers	196 Gran.

Um nun die Prozente zu finden, setzt man:

400 : 100 = 196 : x

und findet

x = 49.

In diesem Falle ist also die wasserhaltende Kraft dieser Erde = 49.

Zu bemerken ist, daß eine viel Humus haltende Erde gleich in frischem Zustande — ohne vorher ausgetrocknet zu sein, — durchnäßt werden muß, indem der Humus im ausgetrockneten Zustande viel von seiner wasserfassenden Kraft verliert.

b. Wasser anhaltende Kraft.

§. 131.

Es können zwei Bodenarten eine und dieselbe Wasser fassende Kraft besitzen und zeigen sich doch verschieden in ihrem Verdunstungsvermögen, indem die eine das eingesogene Wasser lange in ihrer Krume festhält, die andere aber es schnell wieder an die atmosphärische Luft abgibt. Dieses Vermögen hängt im Allgemeinen ab

1) von den Bestandtheilen der Erdkrume: Je mehr Salze ein Boden enthält, desto weniger trocknet er aus, da die Salze immer wieder Wasser anziehen, wenn der Boden solches verdunsten will.

   Ebenso: Je mehr chemische Prozesse zwischen den Bodenbestandtheilen vor sich gehen, desto mehr Wärme wird entwickelt, desto geneigter wird aber auch der Boden zum Verdunsten.

2) von der Consistenz der Bodengemengtheile: Je inniger sich diese gegenseitig anziehen, desto weniger verdunstet der Boden; umgekehrt: Je lockerer der Boden, desto stärker die Verdunstung.

3) von der Form der Bodengemengtheile: Ein Boden, welcher aus lauter Körnern und Schieferblättchen besteht, verdunstet in ein und derselben Zeit viel mehr Wasser, als ein aus sehr feinen Theilen zusammengesetzter, weil die Theile dieses letztern sich inniger anziehen können, als die Körner und Blättchen des erstern;

4) von der Farbe der Bodenmasse: Je dunkler dieselbe ist, desto empfänglicher ist sie für die Erwärmung, desto leichter läßt sie auch eben deshalb ihr Wasser verdunsten;

5) von der Erwärmungsfähigkeit des Bodens überhaupt;

6) von der Beschaffenheit der Unterlage eines Bodens: Je constistenter diese ist, desto mehr hält sie das Wasser zusammen; je mehr sie aber dieses thut, desto weniger kann die über ihr lagernde Erdkrume durch die Wirkung der Wärme ihr Wasser verlieren;

7) von der Bedeckung der Erdkrume: Je mehr die Erdkrume im Allgemeinen von Pflanzen gegen die Einwirkungen der Sonnenwärme und der Luftströmungen geschützt wird, desto weniger verdunstet sie.

Bemerkung. Wenn nun aber gleichwohl ein Boden, welcher von einer dicken Moos- oder filzigen Grasdecke abgeschlossen wird, stets trocken und staubig erscheint, so liegt dies nicht sowohl in dem starken Verdunstungsvermögen des Bodens, als in dem nimmer zu löschenden Durste jener Gewächse.

Schützen alle Gewächse den Boden gegen die Verdunstung? Die mit Borstenblättern und dicken Filzwurzeln versehenen Borstengräser gewiß nicht.

8) von dem Luftdrucke und von dem Luftwechsel: Je schwächer der erste ist, desto mehr verdunstet ein Boden unter sonst gleichen Verhältnissen. Darum trocknen Bodenarten um so schneller aus, je höher sie liegen. Daß starker Luftwechsel, namentlich vom Nordostwind, die Verdunstung ebenfalls befördert, zeigt seine Benennung als „aushagernder Wind."

§. 132.

Unter den gewöhnlichen Bodengemengtheilen verdunstet nach Schübler:

von 100 Theilen Wassers bei 15° R. in 4 Stunden:

Humus	20,5 Theile
Feine Kalkerde	28,0 „
Grauer, reiner Thon	31,9 „
Lehmartiger Thon	45,5 „
Lettenartiger Thon	52,0 „
Schieferiger Mergel	68,0 „
Gypserde	71,7 „
Kalksand	75,9 „
Quarzsand	88,4 „

Bemerkung. Auf das Verdunstungsvermögen eines Bodens stützen sich die Benennungen: hitziger und kalter, trockener und nasser Boden.

§. 133.

Um das Verdunstungsvermögen eines Bodens zu finden, breitet man die zuvor völlig durchnäßte und dann abgewogene Erde auf einer

runden, mit erhöhtem Rande versehenen Blechscheibe aus, wägt sie mit dieser zugleich ab, und stellt dann das Ganze in einem verschlossenen Zimmer mehrere Stunden lang zur Verdunstung hin. Nach Ablauf der bestimmten Zeit wägt man das Ganze wieder und bestimmt hieraus die Menge des verdunsteten Wassers. Um hierbei auch die gleich anfangs in der Erde vorhandene Wassermenge zu finden, trocknet man diese Erde nach obiger Prüfung aus, und zieht das jetzt Statt findende Gewicht von dem Gewichte der durchnäßten Erde ab.

Beispiel (nach Schübler):

die ganz durchnäßte Erde wiege	310 Gran
dieselbe Erde wiege nach 24 Stunden . .	260 Gran
vollkommen ausgetrocknet wiege sie . .	200 Gran
so hat sie in 24 Stunden verdunstet . . .	50 Gran
und ihr Wassergehalt betrug im Anfang .	110 Gran.

Um nun zu erfahren, wie viel Proz. Wasser von dem Wassergehalte dieser Erde überhaupt in 24 Stunden verdunsten, so setzt man

110 : 50 = 100 : x;
x = 45,5 Theile.

c. Hygroscopizität des Bodens.

§. 134.

Jede Erdkrume besitzt mehr oder minder das Vermögen, Feuchtigkeit sowohl aus der Luft, als aus ihrem Untergrunde an sich zu ziehen. Dieses Vermögen zeigt sich um so stärker:

1) je kohlenstoffreicher die Bestandtheile eines Bodens sind. Der Humus ist der an Kohlenstoff reichste Gemengtheil des Bodens; darum saugt auch ein an Humus reicher Boden am meisten Feuchtigkeit auf;
2) je reicher an Salzen eine Erdkrume ist. Besonders sind in dieser Beziehung die Ammoniak- und Natronsalze zu erwähnen;
3) je feiner und krümlicher die Gemengtheile sind, indem hierdurch die möglich feinsten Anziehungsröhrchen gebildet werden;
4) je mehr eine Erdkrume sich ihrem Austrocknungspunkte nähert. Die Hygroscopizität ist um so schwächer, je mehr sich eine Erde mit Feuchtigkeit gesättigt hat;
5) je beschatteter ein Boden ist. Alle Erdarten saugen des Nachts weit mehr Feuchtigkeit, namentlich aus der Atmosphäre, ein,

als am Tage, zumal im grellen Sonnenlichte, welches sie nur zur Verdunstung reizt.

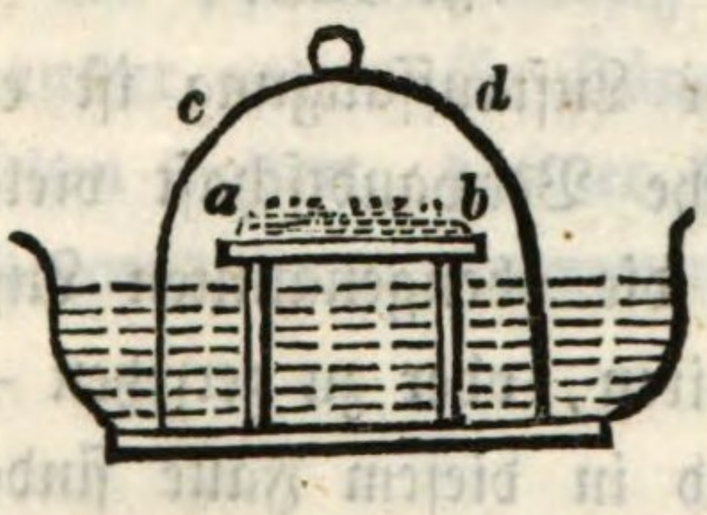
§. 135.

Unter den gewöhnlichen Bodengemengtheilen besitzt der Humus die größte Hygroscopizität; denn 1000 Gran desselben saugen in 12 Stunden 80 Gran Feuchtigkeit ein. Nach ihm folgt der graue, reine Thon, welcher unter sonst gleichen Verhältnissen 37 Gran einsaugt; dann pulverige, kohlensaure Kalkerde (26 Gran); nun der lehmartige Thon (25 Gran); dann der Letten-Thon (21 Gran) und der Lehm (16 Gran). — Kalksand saugt unter ganz gleichen Verhältnissen nur 2 Gran, Gypserde nur 1 Gran, und Quarzsand gar nichts ein.

(Vgl. hierzu Schübler.)

§. 136.

Um zu finden, wie viel Feuchtigkeit eine Erdkrume aus ihrem Untergrunde aufsaugt, drückt man dieselbe gut getrocknet und gepulvert nicht allzu fest in einen an beiden Enden offenen Cylinder und setzt diesen in ein Gefäß mit Wasser und beobachtet nun die Geschwindigkeit, mit welcher die Erde im Cylinder das Wasser aufsaugt und in sich in die Höhe treibt. — Die Stärke, mit welcher eine Erde die atmosphärische Feuchtigkeit aufsaugt, findet man, wenn man eine bestimmte Quantität der zuvor feingepulverten und wohl getrockneten Erde auf einer Scheibe (*a. b.*) ausbreitet, dann



unter eine unten mit Wasser gesperrte Glasglocke (*c. d.*) setzt, bei einer Temperatur von 12—15° R. 10, 24—48 Stunden in dieser Lage läßt und dann wieder abwägt. Die Gewichtszunahme entspricht der Menge der eingesogenen Feuchtigkeit.

Bemerkung. Obgleich beide Aeußerungen der Hygroscopizität von Wichtigkeit für die Fruchtbarkeit eines Bodens sind, so läßt sich

doch aus der Stärke, mit welcher eine Bodenart die Luftfeuchtigkeit anzieht, nicht in allen Fällen ein Schluß auf ihre Fruchtbarkeit ziehen, indem z. B. ein unfruchtbarer Thon unter gleichen Verhältnissen mehr Feuchtigkeit aufsaugt, als eine sehr fruchtbare Gartenerde. — Die Aufsaugung der Feuchtigkeit aus dem Untergrunde eines Bodens ist namentlich deshalb von Wichtigkeit, weil durch dieselbe viele in dieser Feuchtigkeit aufgelösten Salze und dergleichen in die Ackerkrume gelangen.

d. Luftaufsaugung des Bodens.

§. 137.

Vielfache Versuche, unter denen namentlich die von Schübler angestellten zu erwähnen sind, haben bewiesen, daß die verschiedenen Bodenarten mehr oder minder das Vermögen besitzen, nicht bloß Sauerstoffgas, sondern auch Kohlensäure, Ammoniak und selbst Stickstoffgas aus der Atmosphäre an sich zu ziehen und entweder mechanisch in sich festzuhalten oder chemisch mit sich zu verbinden. Zugleich hat man indessen auch durch diese Versuche erfahren, daß eine Bodenart nur dann die Luftaufsaugung äußert, wenn sie

1) nicht zu trocken und nicht zu naß, und
2) nicht durchfroren ist.

Daß also unter sonst gleichen Bedingungen ein mäßig warmer, feuchter Boden diese Art der Haarröhrchenkraft am stärksten zeigt.

§. 138.

Die Ursache dieser Luftaufsaugung ist eine doppelte: Entweder ist es die chemische Verwandtschaft vieler Bodenbestandtheile, vermöge welcher diese die obengenannten Luftarten an sich ziehen, um sich höher zu oxydiren, oder zu zersetzen — z. B. der Humus oder das Eisen — und in diesem Falle findet eine chemische Bindung der Luft im Boden Statt; oder es ist eine Aeußerung der Eigenschaft fast aller porösen Körper, im feuchten Zustande vorzugsweise Sauerstoffgas an sich zu ziehen — und dann ist es nur ein mechanisches Festhalten der eingesogenen Luft.

1) Unter den gewöhnlichen Bodengemengtheilen zeigt der Humus und der graue, reine Thon diese Auffaugung am stärk-

sten; nächst ihnen der Lehm und die pulverige Kalkerde; Gypserde und Quarzsand am schwächsten. — Der Humus bindet chemisch nicht nur eine Menge Sauerstoffs, sondern auch das beim Verwesungsprozesse frei werdende Ammoniak; Thon und Lehm dagegen zeigen eine stete, aber mehr mechanische Anziehung zum Ammoniak. Ganz ähnlich zeigen sich gebrannte Ziegelsteine. — Das Eisenoxydul des Bodens besitzt eine so große Anziehung zum Sauerstoffe, daß es denselben sogar den Verwesungsmassen entzieht, so daß diese sich nicht vollständig zersetzen können.

2) Ueberhaupt zeigt ein Boden die Luftansaugung um so stärker, je mehr chemische Prozesse in ihm thätig sind; wie aber auch umgekehrt da der Hauptherd von chemischen Umwandlungen ist, wo die stärkste Luftansaugung Statt findet.

3) Um die Auffaugung der Luft herbeizuführen oder zu erleichtern, namentlich bei leicht an Nässe leidenden oder zu festen Bodenarten, lockert man dieselben auf. Besonders nöthig zeigt sich dies Verfahren dann, wenn in den tiefern Schichten eines Bodens viel Eisenoxydul vorkommt.

4) Ueber den Werth dieser Luftsaugung für das Pflanzenleben bedarf es wohl kaum einiger Worte, zumal wenn man bedenkt, daß außer den mannichfachen, luftförmigen Stoffen, welche den Pflanzen zur Ernährung dienen, hauptsächlich der Sauerstoff das Zersetzungsmittel der Düngstoffe und das Bildungsmittel der als Pflanzennahrung so nothwendigen Kohlensäure und mancher andern für Düngsalze nöthigen Säuren ist, ganz abgesehen davon, daß er die für die Vegetation so wichtigen Eisenoxydationen hervorruft.

b. Durch die Schwere bewirkte Eigenschaften.

3. Das Gewicht der Bodenarten.

§. 139.

Man unterscheidet, wie bekannt ist, das absolute und das spezifische Gewicht einer Erdkrume. — Das erste, welches man durch Abwägen einer bestimmten Erdmenge — z. B. eines Kubikzolles oder eines Kubikschuhes — auf einer guten Waage erhält, zeigt sich bei einer und derselben Bodenart, je nach ihrem trockenen oder feuchten Zustande, sehr verschieden. Um daher ein sicheres Resultat bei dieser Art der Gewichtsbestimmung zu erhalten, muß man die Erde sowohl in ihrem (bei 50 Gr. R.) völlig ausgetrockneten, als auch in ihrem völlig durchnäßten Zustande abwägen.

Zu bemerken ist:

1) daß die Erde völlig durchnäßt ist, wenn sie, auf einem Filter liegend, kein Wasser mehr abtropfen läßt;

2) daß man die Erde in das Maß nicht zu fest einstampft.

§. 140.

Um das spezifische Gewicht einer Bodenart zu finden, füllt man ein genau durch einen gläsernen Stöpsel verschließbares Glasfläschchen, welches 300 bis 400 Gran Wasser faßt, vollkommen mit Wasser an, bestimmt dessen Gewicht und entleert das Gläschen wieder bis zur Hälfte. Nun schüttet man in dasselbe die zuvor genau abgewogene, wohl ausgetrocknete Erde und füllt den noch übrigen Raum des Gefäßes wieder mit Wasser an. Nachdem man durch Umschütteln des Erd-Wassergemisches alle Luft aus dem Glase entfernt hat (was der Fall ist, sobald sich keine Luftblasen mehr in der Flüssigkeit zeigen), verstopft man dasselbe schnell und wägt das Ganze wieder ab. Zieht man nun das jetzt erhaltene Gewicht von der Gewichtssumme der trockenen Erde und des nur mit Wasser gefüllten Gefäßes ab und dividirt mit dem so erhaltenen Reste in das absolute Gewicht der trockenen Erde, so erhält man mit dem Quotienten zugleich das spezifische Gewicht der untersuchten Erde.

Beispiel:

Eine wohlgetrocknete Erde wiege . . . . . 400 Gran
das nur mit Wasser gefüllte Gefäß wiege . . 800 —

so ist die Summe beider 1200 Gran.

Das mit Erde und Wasser zugleich gefüllte Glas wiege . . . . . 1080 Gran,

so hat die Erde aus dem Glase Wasser verdrängt 120 Gran.

Nun ist $\frac{400}{120} = 3{,}33 =$ spezifisches Gewicht der untersuchten Erde.

§. 141.

Unter sonst gleichem Verhältnisse findet nun folgende Stufenreihe des Gewichts der gewöhnlichen Bodengemengtheile Statt:

Das geringste Gewicht zeigt der
Humus . . . . . (spez. Gew. = 1,37);
ihm folgt die feine kohlensaure Kalkerde . . . . . („ „ = 2,468);
dieser der reine, graue Thon . . . („ „ = 2,535);
dann der lehmartige Thon . . . . („ „ = 2,581);
dann der Letten-Thon . . . . . („ „ = 2,601);
dann der Schiefermergel . . . . . („ „ = 2,631);
ferner der Quarzsand . . . . . („ „ = 2,653):
sodann der Kalksand . . . . . („ „ — 2,722);
endlich der Dolomitsand . . . . . („ „ = 2,84).

Es ergiebt sich aus dieser Uebersicht:

1) daß Bodenarten ein um so geringeres spezifisches Gewicht zeigen werden, je mehr sie Humus enthalten;
2) daß Bodenarten um so schwerer sind, je mehr sie mit Quarz- oder Kalksand gemengt erscheinen;
3) daß Thonboden um so leichter ist, je weniger Sand er enthält, je weniger er also sich dem Lehm oder Mergel nähert;
4) daß Mergelboden sich um so schwerer zeigt, je mehr er dolomitisch ist.

Zugleich ersieht man aber auch aus diesen Bestimmungen, daß die Benennungen „schwerer oder leichter Boden" sich nicht auf das Gewicht, sondern auf die Bearbeitung eines Bodens beziehen.

c. Verhalten der Erdkrume gegen die unwägbaren Stoffe.

1) Gegen die Wärme.

§. 142.

Die Einwirkung des Sonnenlichtes auf die verschiedenen Bodenarten und die Eigenschaften der letztern, mittelst jenes Stoffes Wärme in sich zu entwickeln und längere oder kürzere Zeit festzuhalten, bringen mannichfache Erscheinungen hervor, welche nicht nur für die Veränderungen, sondern auch für das Verhalten einer Erdkrume zur Vegetation von großer Wichtigkeit sind. In Beziehung hierauf sind bei jeder Bodenart besonders hervorzuheben:

a. ihre Erwärmungsfähigkeit,
b. ihre Wärmehaltung,
c. ihre Kraft, selbst Wärme in ihrem Innern zu erzeugen und
d. die Wirkungen der Wärme auf die Veränderungen der Bodenmasse.

a. Die Erwärmungsfähigkeit.

§. 143.

Wenn man beim Beginne des Frühlings über die noch mit Schnee bedeckten Aecker hinblickt und hierbei sein Augenmerk vorzüglich auf die aus gleichen Gemengtheilen bestehenden Bodenarten richtet, so wird man bemerken, daß trotz der Gleichartigkeit ihrer Masse doch nicht von allen diesen Bodenflächen der Schnee zu gleicher Zeit wegschmilzt, sondern auf manchen länger, wie auf den andern liegen bleibt. Ebenso wird man bemerken, daß im Sommer unter sonst gleichen Verhältnissen der eine Boden länger naß als der andere bleibt. Die Ursache hiervon liegt in der verschiedenen Erwärmungsfähigkeit der Bodenarten durch das Sonnenlicht.

Diese verschiedene Erwärmungsfähigkeit der Erdkrume hängt ab:

1) von der Färbung der Bodenmasse. Je dunkler diese ist, desto empfänglicher zeigt sich unter sonst gleichen Verhältnissen die Erdkrume, möglichst viel durch das Sonnenlicht entwickelte Wärme in sich aufzunehmen.

2) von dem Feuchtigkeitsgrade der Bodenmasse. Je nasser ein Boden ist, um so weniger wird derselbe von der Sonne

erwärmt. Denn das ihn durchdringende Wasser zieht alle entstehende Wärme an sich, um verdunsten zu können. Besitzt ein solcher Boden auch noch eine helle weißliche Farbe, so wird er nie erwärmt werden und das in ihm vorhandene Wasser nie verdunsten können (kalter, nasser Boden).

3) von der Consistenz der Bodenmasse. Je inniger und fester die Verbindung der Gemengtheile unter einander ist, desto schneller wird ein Boden erhitzt; je lockerer und krümlicher dagegen die Erdkrume erscheint, desto langsamer nimmt sie die Sonnenwärme auf. Hiernach würde ein ausgetrockneter Thonboden sich am schnellsten erhitzen. (Diese Erscheinung ist nicht mit dem Wärmehaltungsvermögen zu verwechseln.)

4) von den Bestandtheilen einer Erdkrume.

α. Je mehr ein Boden Bestandtheile besitzt, welche Wasser einsaugen, — z. B. Salze —, desto mehr wird Wärme gebunden, desto langsamer wird also derselbe erwärmt werden. Es liegt in der Natur der Salze — namentlich der Ammoniak-, Natron- und Salpetersalze —, daß sie, um zu schmelzen, nicht nur viel Wasser, sondern auch eine große Wärmemenge verschlucken. Je mehr daher Bildungen und Auflösungen von Salzen in einem Boden vorkommen, desto längere Zeit braucht derselbe, um sich zu erwärmen. Daß der Thon im feuchten Zustande so kalt ist, hat wohl nicht bloß seinen Grund in seinem Wassergehalte, sondern auch in der Menge von Salzauflösungen, welche in ihm vor sich gehen. — Mit dem Humus scheint es sich ähnlich zu verhalten.

β. Je mehr dagegen ein Boden Bestandtheile besitzt, welche kein Wasseransaugungsvermögen haben — z. B. Quarzsand —, desto fähiger ist er für die Aufnahme der Sonnenwärme. Im Lehm finden eben solche Salzbildungen, wie im Thon Statt; aber seiner Masse sind Quarzkörner beigemengt, welche durch ihre starke Wärmeansaugung und ihr Lockerungsvermögen die Wärmeverschluckung jener Salzauflösungen wieder ausgleichen.

γ. Auch die steigenden Oxydationen des Eisens befördern die Erwärmungsfähigkeit eines Bodens.

5) von dem Winkel, unter welchem die Sonnenstrahlen einen Boden treffen. Je senkrechter die Sonnenstrahlen auf eine Fläche treffen, desto mehrere derselben gehen auf diese Fläche; je mehr ihrer aber auf eine Fläche fallen, desto mehr Wärmestoff empfängt diese. Daher kommt es, daß beim beginnenden Frühling, wo die Sonne noch sehr schräg über den Ebenen der gemäßigten Zone steht, an Bergabhängen, welche dem Sonnenstande zugewendet sind, nicht nur der Schnee am ersten wegschmilzt, sondern auch die Vegetation am frühesten erwacht.

§. 144.

b. Die Wärmehaltung.

Mit der Erwärmungsfähigkeit ist nicht die Wärmehaltungsfähigkeit eines Bodens zu verwechseln. Unter der letztgenannten Fähigkeit versteht man das Vermögen einer Erdkrume, die aus irgend einer Quelle empfangene Wärme längere oder kürzere Zeit in sich festzuhalten. — Bodenarten, die dasselbe besitzen, erwärmen sich gewöhnlich nur ganz allmählig, bleiben aber dafür auch desto länger warm. Daher kommt es, daß sie im Sommer meist kühler, im Winter dagegen wärmer, als ihre Umgebung erscheinen. — Da dieses Vermögen zunächst als eine Wirkung der schlechten Wärmeleitung oder Wärmestrahlung erscheint, so wird es vorzüglich hervortreten:

1) in denjenigen Bodenarten, welche sehr locker sind, also zunächst in allen mit vielen Sandkörnern, Gruß und blätterigen Mineraltheilen untermengten Erdkrumen, am stärksten aber in manchem reinen Sand-, Kalk- und schieferigen Mergelboden. Der Grund davon liegt indessen nicht bloß in der lockern Zusammenhäufung der genannten Bodengemengtheile, sondern wohl auch in der Menge trockener Luft, welche in den Räumen zwischen den Körnern und Blättchen des Bodens still steht und ein schlechter Wärmeleiter ist.

2) in denjenigen Bodenarten, welche sehr zur Austrocknung geneigt sind und auch kein besonderes großes Vermögen, Feuch-

tigkeit anzuziehen, besitzen. In der großen Hygroscopizität und der starken Wasserhaltungskraft des Humus liegt der Grund, warum dieser Bodengemengtheil trotz seiner großen Erwärmungsfähigkeit einer der schlechtesten Wärmehalter des Bodens ist.

3) in denjenigen Bodenarten, welche eine helle Färbung oder eine sehr feinkrumige bis dichte Oberfläche besitzen. Denn alle Körper mit glatter oder heller Oberfläche saugen zwar die Wärme nur langsam ein, lassen sie aber, sind sie einmal erwärmt, auch nur ganz allmählig wieder ausstrahlen. (Kalk- und Sandboden, Thonboden?)

Bemerkungen.

1) Nach Schübler ist die Wärme haltende Kraft einer Erdkrume um so stärker, je größer ihr absolutes Gewicht ist.

2) Die Erfahrung lehrt, daß bisweilen der reine Sandboden und manche Kreidekrume sich zwar sehr stark erhitzen, aber auch leicht wieder erkälten.

Der Grund dieser Erscheinung liegt in dem starken Wärmestrahlungsvermögen, welches durch die grobkörnige Oberfläche dieser Bodenart hervorgerufen wird.

3) Nach Cotta's Anleilung zum Studium der Geognosie (S. 516) soll der Thonboden die empfangene Wärme im Herbste länger in sich erhalten, als anderer Boden. Sollte es nicht richtiger sein, anzunehmen, daß in gewöhnlichen, nicht zu heißen und nicht zu trocknen Jahren dieser Boden sich weder erwärmt, noch erkältet, weil sein Wassergehalt Beides verhindert?

§. 145.

Aber nicht bloß in dem schlechten Wärmeleitungsvermögen einer Erdkrume, sondern auch in der Beschaffenheit ihrer Unterlage und Decke liegt ein Grund für ihre größere oder geringere Wärmehaltung.

1) Bestehen die tiefern Schichten einer Erdkrume aus guten Wärmeleitungsstoffen, oder aus sehr wasserreichen Substanzen, — z. B. aus Thon —, so nehmen diese den oberen Schichten ihre Wärme mehr oder weniger schnell ab, sei es nun, daß sie dieselbe nach der Tiefe leiten, oder durch ihren Wassergehalt, welcher durch die Wärme des oberen Bodens zum Verdunsten gereizt wird, verschlucken und so latent machen. Auf diese Weise kann das Wärmehaltungsvermögen selbst des reinen Sandbodens durch eine thonige Unterlage sehr geschwächt

werden. Ebenso kann aber auch umgekehrt die geringe Wärmehaltung eines Thonbodens durch eine — die Wärme gut haltende — Unterlage, z. B. durch Sand, sehr verstärkt werden.

2) Wie durch die Unterlage, so kann auch durch die Decke eines Bodens dessen Wärmehaltung geschwächt oder gehoben werden. Alle lockern Zusammenhäufungen von Pflanzen-Abfällen und von Steinen, namentlich dunkelgefärbten, vermehren die Wärmehaltung eines Bodens; alle festen, Wasser anziehenden und dasselbe anhaltenden Decken aber — z. B. dick auf einander geschichtete Blätter der Laubhölzer, dicke Moosfilze, — namentlich Wassermoose — schwächen das Wärmehaltungs-Vermögen eines Bodens nicht nur dadurch, daß sie die Verdunstung desselben verhindern und die Sonnenwirkung von ihm abhalten, sondern auch dadurch, daß sie ihm zur Verdunstung ihrer eigenen überflüssigen Feuchtigkeit und zu ihrer Zersetzung alle Wärme entziehen: Die Entstehung von Wassergallen, Torfmooren ꝛc. bestätigt dies.

c. Wärme-Entwickelung im Innern der Erdkrume.

§. 146.

Abgesehen davon, daß ganz ausgetrocknete pulverige Erde etwas Wärme entwickelt, wenn sie befeuchtet wird, kommen in den verschiedenen Bodenarten mancherlei chemische Prozesse vor, durch welche Wärme erzeugt wird. Die wichtigsten dieser Prozesse sind etwa folgende:

1) Sobald die einer Erdkrume beigemengten organischen Reste in Verwesung übergehen, wird durch den erfolgenden Gährungsprozeß eine Menge Wärme erzeugt. Dies tritt vorzüglich bei den Stickstoff haltigen Organismen-Resten hervor. Durch Bildung von Ammoniak- und Kohlenwasserstoffgas wird der wässerige Theil dieser Reste zerlegt und hierdurch alle vorher an das Wasser gebundene Wärme frei. — Ebenso wird Wärme entwickelt, wenn durch Abhaltung der atmosphärischen Luft — sei es durch eine zu feste Bodendecke oder durch über

dem Boden stehende Wasser — eine Art Verkohlung in den organischen Resten hervorgerufen wird. (Torf- und sauere Humusbildung.)

2) Wenn ein viel Eisenoxydul haltiger Boden so umgearbeitet wird, daß seine Eisentheile in zu starke Berührung mit der Luft kommen, so bildet sich durch höhere Oxydation des Eisens Wärme.

3) Wenn Eisenkiese im Boden vorkommen und diese sich zersetzen und schwefelsaure Eisenoxydulsalze bilden, entwickelt sich ebenfalls viel Wärme.

Bemerkung. Auch hat man schon bemerkt, daß durch Bildung von Schwefelsäure aus dem Dünger eine große Wärme im Boden erzeugt wurde.

d. Wirkungen der Wärme.

§. 147.

Ein Boden, welcher sehr viele Wärme in sich aufnimmt oder entwickelt, ist stets zur Verdunstung und Austrocknung geneigt, indem fortdauernde Wärme seine Haarröhrchenkraft schwächt. Ist nun seine Erwärmungsfähigkeit stärker, als sein Wasseransaugungs- oder Wasserhaltungs-Vermögen, so wird er durch die Wirkung der auf ihn eindringenden Wärme ganz ausgetrocknet, wie unter andern der Sandboden lehrt. Steht aber seine Wasseransaugung in einem gleichen Verhältnisse mit seiner Wärmeaufnahme, so wird die Wärme seine Versumpfung verhüten und ihm jene krümelnde Beschaffenheit und mäßige Temperatur verleihen, welche für das Pflanzenleben so günstig erscheint und vorzüglich im Lehm- und Mergelboden hervortritt. — Ist endlich seine Ansaugung und Festhaltung von Wasser größer, als seine Wärme-Anziehung, so wird die Wärme bei den gewöhnlich abwechselnden Witterungsverhältnissen wenig oder nichts in ihm bewirken, bei sehr heißen, anhaltend trockenen Witterungszuständen aber zuletzt doch seinen Wassergehalt durchaus zur Verdunstung bringen, und dadurch das Anziehungsvermögen der einzelnen Bodentheile zu einander so erhöhen, daß sie sich zu festen Stücken und Klößen verbinden, welche nur wenig Hygroscopizität noch zeigen. Der reine Thon zeigt dies deutlich genug.

§. 148.

Wenn die Sonnenwärme lange Zeit hindurch stärker wirkt, als die Luftfeuchtigkeit, so wird zuletzt jeder Boden ausgetrocknet. Die Folge dieser Austrocknung ist meistens eine Zusammenziehung seiner Masse (Volumensverminderung) und eine Veränderung seiner Consistenz. Diese Volumens- und Consistenzveränderung ist indessen nicht bei allen Bodenarten eine und dieselbe. Die einen nehmen bei ihrer Austrocknung entweder einen größern, oder doch wenigstens keinen kleinern Raum ein, als in ihrem feuchten Zustande. Zu ihnen gehören alle diejenigen Bodenarten, welche sehr locker sind und deren Massentheile durch die Feuchtigkeit erst zusammengezogen wurden — z. B. der Sandboden und der reine Kalkboden —. Die andern dagegen erleiden eine so starke Volumensverminderung, daß sie beim gänzlichen Austrocknen in einzelne Stücke zerspringen. Hierher gehören alle Bodenarten, bei denen das Wasser die Anziehung der Massentheile verhinderte — z. B. der Humus und der Thonboden. Endlich gibt es noch andere Bodenarten, welche weder ihr Volumen, noch ihre Consistenz beim Austrocknen verändern. Zu ihnen gehören alle die gemischten Erdkrumen — z. B. der Lehm- und Mergelboden.

Bemerkenswerth ist es, daß viele Mergel erst dann in kleine Stückchen zerfallen, wenn sie während des Austrocknens befeuchtet werden. Die Ursache davon liegt in dem verschiedenen Ausdehnungs- und Zusammenziehungs-Vermögen ihrer Bestandtheile.

§. 149.

Wirkt die Wärme in Verbindung mit Luft und Feuchtigkeit in bestimmtem Verhältnisse, so ist sie die beste Beförderin der Verwesung aller Organismen-Reste und der verschiedenen Oxydationen und Salzbildungen. Sie reizt die Bodenstoffe zur Beginnung der verschiedenartigsten chemischen Prozesse, erwärmt das Bodenwasser und macht es dadurch fähig, Salze und dergleichen in sich aufzulösen, und zwingt es dann durch Verdunstung, seine in ihm hervorgebrachten, chemischen Präparate an die Erdkrume abzugeben.

2) Verhalten gegen die Elektrizität.

§. 150.

Nach den Versuchen welche Schübler mit den verschiedensten Bodengemengtheilen angestellt hat, entwickeln die meisten Erden negative Elektrizität, wenn man trockene, längliche Stücke derselben mit einem Messer schabt und die feinen abspringenden Theilchen unmittelbar mit einem durch Glas positiv elektrisch gemachten Elektrometer in Berührung bringt. — In Beziehung auf das elektrische Leitungsvermögen zeigen die meisten Bodenarten dasselbe um so mehr, je feuchter sie sind und je mehr sie Eisenoxyde beigemengt enthalten. Thon zeigt dies am meisten, Sand aber am wenigsten.

Bemerkung. Ueber das Verhalten der Erdkrume zum wärmelosen Lichte läßt sich nichts Bestimmtes sagen, da die Versuche hierüber zu mangelhaft sind. Daß indeß das Licht auf die Färbung und Entfärbung des Bodens und auf die Bildung von Kohlensäure aus dem Humus einen Einfluß hat, ist sehr wahrscheinlich.

C. Räumliche Verhältnisse der Erdkrume.

§. 151.

Die Erdkrume nimmt als ein Theil der Erdrinde-Bildungen irgend einen Raum auf der Erdoberfläche ein. Diesen Raum nennt man ihren Lagerort. Derselbe ist nun ein absoluter, wenn man bloß den Raum im Auge hat, welchen eine Bodenmasse ausfüllt, oder ein relativer, wenn man auch Rücksicht auf die Umgebung des absoluten Raumes nimmt.

Bei der Betrachtung des absoluten Lagerortes beobachtet man:

1) die Tiefe oder Mächtigkeit einer Erdkrume und
2) die einzelnen Schichten, aus denen sie von oben nach unten besteht.

Bei der Untersuchung des relativen Lagerortes dagegen sieht man

1) auf die nächste Umgebung einer Bodenmasse und betrachtet hierbei

α. die Sohle oder den Untergrund und
β. die Decke derselben

2) auf die weitere Umgebung und beobachtet
α. die Beschaffenheit der angrenzenden Erdoberflächentheile (Nähe von Gebirgen, Felsen, Ackerland; von Gewässern, von Waldungen, Städten, Fabriken ꝛc.) — und
β. das von dieser Umgebung abhängige Klima der Gegend.

---

a. Der absolute Lagerort.

1) Die Mächtigkeit einer Erdkrume.

§. 152.

Unter der Tiefe oder Mächtigkeit einer Erdkrume versteht man die Größe ihres senkrechten Durchmessers. Je nach dieser Größe unterscheidet man:

1) sehr flachgründigen Boden (1—3 Zoll tief);	in der Regel auf hohen Gebirgsrücken oder an etwas jähen Abhängen.
2) flachgründigen Boden (3—6 Zoll tief);	
3) ziemlich tiefgründigen Boden (6—9 Zoll tief);	auf niederen Bergebenen, schwachen Abhängen, am Ufer nicht allzu reißender Gebirgsbäche.
4) tiefgründigen Boden (9—12 Zoll tief);	in großen Gebirgsmulden; ebenen flachen Thälern von geringem Falle; an den Ufern langsam fließender Gewässer, namentlich solcher, welche viele Gebirgsbäche aufnehmen.
5) sehr tiefgründigen Boden (über 12 Zoll tief);	

§. 153.

Da der Erdboden nicht bloß das Magazin der pflanzlichen Nahrungsmittel, sondern auch der Ort ist, in welchem sich die Pflanzenwurzeln ausbreiten und fest halten, so muß die Größe seiner Tiefe in mehrfacher Beziehung von dem entschiedensten Einflusse für das Pflanzenleben sein:

1) In einem tiefgründigen Boden können sich die Pflanzenwurzeln ihrer Natur gemäß gehörig strecken, ausbreiten und in Folge davon gegen widrige Witterungsverhältnisse mehr festigen. Von der größten Wichtigkeit ist dies für alle in dichtem Schlusse wachsenden und viele wagrecht laufende Wurzeln treibende Pflanzen.

a. In einem flachgründigen Boden werden sich die wagrecht laufenden Wurzeln dieser Gewächse so drängen und am Wachsthume hindern, daß viele Pflanzen eingehen, während sie in einem recht tiefgründigen Boden immer Raum genug finden, um sich mehr nach der Tiefe zu auszustrecken. Daher kommt es, daß auf einem flachgründigen Getreidefelde die Halmen einzeln stehen, nie sehr hoch werden und fast immer kleine Aehren tragen, während auf einem Felde mit recht tiefem Grunde die Saat dicht gedrängt emporwächst, kräftige hohe Halmen treibt und dicke körnerreiche Aehren trägt; daher aber auch der Erfahrungssatz: „Flache Krumen verlangen dünne Einsaat; tiefe dagegen können die dichteste Saat vertragen."

b. Pflanzen mit senkrecht niedersteigenden Wurzeln (Pfahlwurzeln) können einen tiefgründigen Boden gar nicht entbehren.

2) Ein tiefgründiger Boden wird unter sonst gleichen Verhältnissen weit weniger an Nässe leiden, als ein flachgründiger, da jener wegen seiner größern Krumenmasse weit mehr Wasser braucht, um sich zu sättigen, als wie dieser. Aber ebenso wird der erstere weit länger feucht bleiben, als der zweite. Selbst in anhaltend heißen Sommern wird sein Erdreich noch so viel Feuchtigkeit behalten, daß es namentlich die langwurzeligen Pflanzen noch mit dem nöthigen Wasser versehen kann.

3) Ein tiefgründiger Boden schützt seine Gewächse mehr gegen den Frost, als ein flachgründiger von gleicher chemischer Beschaffenheit. Denn wenn er auch längere Zeit braucht, um sich ganz zu durchwärmen, so hält er dann doch in seiner

tieferen Masse die Wärme wieder mehr zusammen und läßt darum den Frost nie tief in sich eindringen.

4) Endlich enthält ein tiefgründiger Boden nicht nur mehr Nahrungsstoffe, sondern gibt sie auch viel allmähliger an die in ihm stehenden Pflanzen ab, als ein flachgründiger von gleicher Art. Durch das in ihn eindringende Regenwasser nämlich wird immer ein Theil der in den obern Bodenlagen durch den Verwesungsprozeß entwickelten Nahrungsstoffe in die untern Schichten hingeführt und hier angesammelt. Wenn nun in Folge von Aushagerung die Haarröhrchenkraft der oberen Krume zu wirken beginnt, dann werden zwar durch die in die Höhe steigende Feuchtigkeit viele dieser angesammelten Nahrungsstoffe mit fortgenommen, allein schon unterwegs auf ihrem Zuge nach oben von den sie umgebenden Erdtheilchen zum Theile wieder fest gehalten, so daß immer nur verhältnißmäßig kleine Quantitäten in der obern Krume anlangen. — Daher kommt es auch, daß ein solcher tiefgründiger Boden bei weitem nicht so oft der Ruhe und der künstlichen Düngung bedarf, als ein flachgründiger, und daß er mehrere Jahre hindurch eine periodisch abwechselnde Bepflanzung von flach- und tieferwurzelnden Gewächsen ohne weitere Düngung vertragen kann; ja, daß er durch diese letzte Art der Bebauung sich von selbst immer wieder verjüngt, indem bei ihrer Verwesung die flachwurzeligen Gewächse seine obere Krume, die tiefwurzelnden dagegen seine untern Lagen mit neuen Nahrungsstoffen versorgen.

2) Schichtung des Bodens.

§. 154.

Wenn man einen mächtig entwickelten Boden senkrecht von oben nach unten durchsticht, so findet man, daß die Masse desselben sowohl nach ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften, als auch nach ihren mechanischen Gemengtheilen aus verschiedenen, über einander lagernden Schichtenlagen besteht. Es tritt diese Erscheinung bei jeder Bodenart mehr oder minder, am schärfsten aber bei einer mit organischen Resten untermengten Erdkrume hervor. Einige

Beispiele werden dies bestätigen. Beim Graben nach Thon in der Umgegend Eisenachs wurden folgende Erdlagen von oben nach unten durchbohrt:

a. in einer zwischen den bunten Keupermergeln und dem untern Liassandsteine gelegenen, flachen Diluvialmulde
   1) die Wiesendecke,
   2) eine Schicht schwarzer Erde, voll unzersetzter Pflanzenwurzeln . . . . . 5 Zoll
   3) fetter, dunkelgraugelber, kalkhaltiger Thon . 36 „
   4) nur sehr wenig mit Säuren brausender, graugelber Thon . . . . . 26 „
   5) reiner, graugelber Thon . . . . . 24 „
   6) sandiger Thonmergel . . . . . ? „
   7) fester Sandstein.

b. in einer Porphyrmulde (am Inselsberg):
   1) eine schwache Grasnarbe;
   2) eine schwarze, einige Zoll mächtige, viel sauren Humus haltige, Erdschichte;
   3) graugelber, fetter Thon;
   4) eisenschüssiger, brauner Thon;
   5) sandiger, gelber Thon;
   6) festes Gestein.

c. im Zechsteingebiete (bei Förtha):
   1) eine dicke Laubdecke;
   2) eine fast nur aus Humus bestehende, schwarzgraue Kalkbodenschichte (2 Zoll);
   3) eine wenig Humus haltige, sehr fein krumige, thonige Kalkbodenschichte ($1^1/_2$ Zoll);
   4) eine rein mineralische, kohlensaure Bittererde und Thon haltige Kalkbodenschichte mit Kalkgruß (3 Zoll);
   5) Rauhkalk.

§. 155.

Für diese Schichtenfolge einer Bodenmasse, welche entweder durch das verschiedene Gewicht der einzelnen Bodengemengtheile und durch die allmählige Absetzung derselben in Wasser, oder durch die nach und

nach erfolgende Bildung derselben zu erklären ist, lassen sich im Allgemeinen folgende Gesetze aufstellen:

1) Bei jedem gemischten Boden, welcher durch Wasser angeschlämmt ist, und in der Regel an den Abhängen, in den Mulden oder Thälern der Gebirge lagert, erscheint

a. im Gebiete der Kalk- und Sandsteinformationen:

1) von noch nicht ganz zersetzten Organismen-Resten zu oberst eine dünne Lage;
2) unter ihr die mit Humus untermengte kalkige, oder thonige Schichte (gewöhnlich 4 Zoll);
3) unter ihr rohe, reine Mineralkrume, welche entweder kalkig oder kalkig-thonig ist, und nach unten zu in reinen Thon übergeht. — Enthält der Boden Eisenoxydationen, so erscheinen gewöhnlich in dieser und in 2 die Oxyde und Oxydhydrate. Besteht der Boden aus Thon vorherrschend, so ist er in dieser Schicht am reinsten.
4) hierunter bei mächtiger Entwickelung dieselbe Krume, aber mit Sand untermengt, also lehmig, und, wenn Eisenoxydationen vorhanden sind, die Oxydule und Oxydulhydrate;
5) zu unterst Sand, Gruß, auch wohl Gerölle;

b. im Gebiete der Granite, Porphyre, Grünsteine ꝛc.

1) und 2) wie oben;
3) reiner Thon mit höhern Eisenoxydationen, oder statt Thon auch Lehm;
4) Lehm oder, wenn in 3 Lehm lagert, sandige Schicht mit Oxydul;
5) Sand und Gerölle.

2) Es lassen sich schon durch Farbe und Geruch diese verschiedenen Bodenlagen erkennen.

Es ist die Ablagerung

Nr. 1. braun und stark moderig riechend;

Nr. 2. dunkel (grau, braun, graubraun) und dumpferdig-moderig riechend;

Nr. 3. heller, weißlichgrau, graugelblich, graubraun, ockergelb, röthlich und kalkig oder thonig riechend;

Nr. 4. ebenso gefärbt, oder blauschwärzlich, oder weißlich und fade riechend.

3) Bei einem noch pflanzenleeren, rohen und flachgründigen Boden ist dieser Unterschied nicht deutlich ausgesprochen. Gewöhnlich erscheint indessen auch bei ihm zu oberst die feine, meist mit Eisenoxyd, oder Oxydhydrat verbundene, Mineralkrume (Obergrund) und nach unten zu die mit Sand und Gerölle untermengte Eisenoxydul haltige Schicht.

§. 156.

Für das Pflanzenleben haben diese einzelnen Schichten eine hohe Bedeutung und es hat jede derselben ihre besondere Verrichtung, wie ungefähr folgendes Schema andeuten wird:

Oberboden.

Nr. 1. = Verwesungsschichte = Keimungsschichte; im Sommer: Bodenfeuchtigkeitsschichte; im Winter: Bodenwärmungsschichte; im Allgemeinen: Nahrungsmagazin.

Nr. 2. = Humusschichte = eigentliche Ernährungsschichte. In ihr breiten sich die Thau- und Saugwurzeln aus. (Thauwurzelschichte.)

Nr. 3. = Rohbodenschichte = Mineralsalzschichte. In sie dringt vorzüglich die Pfahlwurzel ein, welcher sie zum Festhaltungsmittel dient. Auch werden in ihr Mineralsalze zubereitet, welche durch die Hygroscopizität der Humusschichte angezogen werden.

Nr. 4. u. 5. Grundboden-Vermittelungsschichte der Temperatur des Oberbodens. Soll demselben einen Theil seines vielen Wassers nehmen oder, wenn derselbe zum Austrocknen geneigt ist, Feuchtigkeit zuleiten.

b. Der relative Lagerort.

1) Die Bodensohle oder der Untergrund.

§. 157.

Die Masse, auf welcher eine Ackerkrume lagert, nennt man ihre Bodensohle oder ihren Untergrund. Derselbe ist dann, wenn eine Ackerkrume noch auf ihrer Bildungsstätte ruht, gewöhnlich Steingerölle oder die Felsmasse selbst, aus deren Verwitterung diese Krume entstanden ist; in denjenigen Fällen aber, wo eine Bodenmasse durch Wasserfluthen von dem Orte ihrer Entstehung fortgeführt worden ist, entweder Gerölle oder Sand, oder ein Gemenge von Sand, Kalk und Thon, oder endlich reiner Thon.

§. 158.

Die Beschaffenheit dieses Untergrundes ist von Wichtigkeit für die Fruchtbarkeit der über ihm lagernden Ackerkrume. Die Ausdürrung, Feuchthaltung oder Versumpfung derselben hängen ebenso von ihm ab, wie die Auslaugung oder Ansammlung und Darreichung von Nahrstoffen, oder wie die Hemmung oder die Beförderung des Wurzelwachsthums.

a. Ein felsiger Untergrund erscheint hiernach von gutem Einflusse für die Oberkrume:

1) wenn er aus mürben, verwitternden Gesteinen besteht, welche reich an alkalischen Bestandtheilen sind; denn durch die Zersetzung dieser Gesteine wird nicht nur die Masse, sondern auch der Salzgehalt der Ackerkrume vermehrt. Hauptsächlich gilt dies für einen aus bröcklichen Mergeln, Kalksteinen, Basalten und Graniten bestehenden Untergrund. Für eine flachgründige Oberkrume ist ein solcher mürber Untergrund von unberechenbarem Werthe. Denn dann bietet er den Wurzeln Raum zu ihrer Ausdehnung dar.

2) Wenn die verwitternden Gesteine, welche ihn bilden, keine Stoffe bei ihrer Zersetzung frei werden lassen, die der Gesundheit von Gewächsen nachtheilig sind. Verwitternde Grünsteine, Thonschiefer und Schieferthone werden stets einen solchen ungesunden Untergrund liefern, wenn sie sehr viel

Schwefelkiese beigemengt enthalten, weil sich alsdann nicht blos viel schwefelsaures Eisenoxydul und Alaun, sondern auch freie Schwefelsäure erzeugt.

3) Wenn er nicht voller Risse und Schluchten ist; denn in diesem Falle wird er nicht nur zur Bildung von Wassertümpfeln (Wassergallen) und Bodeneinsenkungen, sondern auch zur allmähligen Auslaugung des Salzgehaltes in der Oberkrume Veranlassung geben, ja oft die in der Oberkrume wachsenden Pflanzen zu übermäßigem Wurzelwachsthume reizen (was besonders dann geschieht, wenn die Klüfte des Untergrundes in ihrem oberen Theil leer oder nur mit ganz lockerer Erde angefüllt sind). Hiermit ist jedoch nicht ein solcher Untergrund zu verwechseln, dessen Steinmassen aus senkrecht- oder schiefstehenden Schichten bestehen. Denn dieser wird, wenn seine Schichtungsklüfte nicht zu klaffend sind, die Oberkrume nicht nur verbessern, da bekanntlich alle geschichteten Felsarten leichter an ihren Schichtköpfen oder längs der Schichtspalten verwittern, als senkrecht auf den Schichtflächen —, sondern auch tiefwurzelnden Gewächsen mehr Raum für die Verbreitung ihrer Wurzeln geben.

b. Ein sandiger oder erdiger Untergrund wird dagegen sich günstig für die Oberkrume zeigen:

1) Wenn er nicht solche Stoffe in großer Menge enthält, welche entweder für sich schon der Gesundheit der in der Oberkrume wachsenden Pflanzen gefährlich sind, oder doch mit Bestandtheilen der Ackerkrume der Fruchtbarkeit der letztern nachtheilige Verbindungen eingehen können. Zu diesen Stoffen gehören das Eisenoxydul und seine löslichen Salze, der Raseneisenstein und freie Säuren.

2) Wenn er im Allgemeinen die entgegengesetzten, physikalischen Eigenschaften der Oberkrume besitzt, also bei einer leicht sich erhitzenden und darum schnell austrocknenden Ackerkrume undurchlässig, kühl und die Nässe zusammenhaltend erscheint, bei einer kalten, nassen oder viel lösliche Metallsalze haltenden Oberkrume aber warm, locker und durchlässig ist.

Ein grandiger, steiniger oder sandiger Untergrund wirkt auf eine sandige, kalkreiche oder sehr flache Oberkrume nur verschlechternd; dagegen auf eine thonige oder zu humöse Ackerkrume höchst günstig ein.

§. 159.

Wie die chemische und physikalische Beschaffenheit, so hat auch die Neigung der Bodensohle gegen den Horizont oder gegen die Himmelsgegenden einen großen Einfluß nicht nur auf die Fruchtbarkeit, sondern auch überhaupt auf die ganze örtliche Lage eines Bodens. Denn nur nach dieser Neigung des Untergrundes unterscheidet man:

a. je nach der Größe ihres Neigungswinkels
einen wagrecht gelegenen Boden;
einen muldenförmig gelegenen Boden;
einen sanftabhängigen Boden mit einem Neigungswinkel von 1—5°. Seine Masse ist tiefgründig;
einen mäßig steilen Boden mit einem Neigungswinkel von 5—10°. Seine Masse ist ziemlich tiefgründig;
einen steilen Boden mit einer Neigung von 11—15°. Seine Masse ist fast flachgründig;
einen sehr steilen Boden mit einer Neigung von 15—20°. Seine Masse ist flachgründig;
einen außerordentlich steilen Boden mit einer Neigung von 20—24°. Seine Masse ist sehr flachgründig oder besteht fast nur aus Geröllen.

b. je nach der Neigung der Bodensohle gegen die Himmelsgegenden: westlich, östlich, südlich oder nördlich gelegenen Boden.

§. 160.

Was nun den Einfluß betrifft, den diese örtliche Lage eines Bodens auf dessen Fruchtbarkeit ausübt, so ist darüber im Allgemeinen Folgendes zu bemerken:

a. Zunächst für den Einfluß des Neigungswinkels.

1) Sandige, eisenschüssige und kalkartige Bodenarten zeigen sich unter sonst gleichen Verhältnissen am fruchtbarsten, wenn sie

eine wagerechte oder muldenförmige oder nur ganz sanft geneigte Sohle besitzen; vorherrschend thonige Bodenarten dagegen sind fruchtbarer in geneigter und mäßig steiler, als in ebener oder muldenförmiger Lage, weil sie in letzterer ihren allzu großen Reichthum an Wasser behalten müssen und darum leicht sumpfig werden.

2) Bodenarten, welche viel Düngstoffe oder lösliche Mineralsubstanzen, z. B. Alkalien, Kieselsäure oder Eisensalze besitzen, werden schon bei einer mäßig steilen Lage leicht durch das Regenwasser ausgelaugt, besonders dann, wenn sie einen ganz sandigen oder festen, steinigen Untergrund haben. In Fällen, wo ein Boden viel lösliche Metallsalze enthält, wird durch diese Auslaugung und Fortschlämmung seiner Eisensalze oft die Veranlassung zur Raseneisenbildung in den niedriger gelegenen Theilen dieses Bodens gegeben. — Belege für diese Erscheinungen findet man fast an jedem Berge.

Zusatz. Am Thüringer Walde zeigen die Berge des Granits, welcher an sich eine an Alkalien und freier löslicher Kieselsäure reiche Thonkrume liefert, an ihren obersten Abhängen eine sehr arme, sandreiche Thonkrume, an ihren unteren Abhängen einen fruchtbaren, lehmartigen Thon und in den an ihrem Fuße gelegenen Thälern einen an Alkalien, löslicher Kieselsäure und vegetabilischen Düngstoffen überaus reichen Thonboden, so daß, während sich an den oberen Gehängen nur dürftige Borstengräser zeigen, am Fuße dieser Berge der kräftigste Wiesengraswuchs wuchert.

3) Ist die Bodensohle felsig und hat sie eine Neigung von 15—20°, dann wird die über ihr lagernde Bodenkrume allmählig immer flacher und geröllreicher, also auch mit jedem Jahre unfruchtbarer. Gemindert wird dieser Nachtheil durch filzig-wurzelige Sträucher, welche an diesen Gehängen wachsen und durch ihr Wurzelgeflechte die Krume noch zusammenhalten. Diese dürfen darum nie ausgerottet werden, wenn man das an sich schon flachgründige Erdreich erhalten will. — An den oberen meist steilen Gehängen entwaldeter Muschelkalkberge zeigt sich ein fast aller Erdkrume beraubtes Kalksteingerölle, an den mittleren weniger steilen Abhängen derselben eine mit Kalksteinen untermengte Thonkrume und an ihrem Fuße ein fruchtbarer Mergelthon.

b. Für den Einfluß der Bodenlage nach irgend einer Himmelsgegend gilt zwar im Allgemeinen, daß eine geringe Neigung gegen Südost oder Südsüdwest die beste ist; im Besonderen aber erleidet diese Regel manche Ausnahme durch die physikalische Beschaffenheit einer Bodenkrume. Mit Rücksicht auf diese wird eine vorherrschend südwestliche Lage für sandige, eisenschüssige und kalkreiche Boden viel günstiger sein, als eine vorherrschend östliche, da sie vieler Feuchtigkeit bedürfen, um fruchtbar zu sein; für vorherrschend thonige Krumen dagegen eine mehr östliche Lage vortheilhafter wirken, als eine westliche, da diese letztere sie nur noch nässer macht, als sie schon von Natur sind.

2) Die Bodendecke.

§. 161.

Auch die beste Ackerkrume würde mit der Zeit durch die fortwährend auf sie einstürmenden Angriffe der Atmosphärilien und durch die an ihr saugenden Gewächse ihrer guten Eigenschaften und ihres Reichthums an Nahrstoffen ganz beraubt werden, wenn ihr kein Mittel geboten würde, durch welches einerseits die für sie ungünstigen Witterungseinflüsse gehemmt und ausgeglichen und andernseits die ihr theils durch Wasserströmungen, theils durch Gewächse aller Art entzogenen Nahrstoffe wieder ersetzt würden. Am meisten gilt dies von dem rohen, der Menschenhülfe entbehrenden Naturboden, dem man immer nur nimmt, ohne ihm einen Ersatz dafür wieder zu geben. Für ihn ist daher ein solches — sowohl ihn, als seine Gewächse — schützendes und fortwährend verjüngendes Mittel äußerst nothwendig.

Die auf seiner Oberfläche vorkommenden Substanzen, wie Steingerölle, Gruß, Sand, lebende und absterbende Pflanzen, Thierreste ꝛc., kurz Alles das, was man mit dem gemeinsamen Namen Bodendecke bezeichnet, sollen ein solches die Ackerkrume und ihre Pflanzen schützendes Mittel bilden. Ob sie dieses nun wirklich thun oder ob sie der von ihnen bedeckten Erdkrume mehr schaden, als nützen, das hängt von ihrer Natur und Anhäufungsstärke ab.

§. 162.

Hiernach werden eine vortheilhafte Bodendecke bilden:

1) das Steingerölle, wenn es nicht allzu mächtig ist, und aus Subſtanzen beſteht, die entweder gar nicht verwittern oder bei ihrer Verwitterung dem Boden der Fruchtbarkeit nachtheilige Stoffe — z. B. lösliche Eiſenſalze, wie ſchwefelſaure Kalithonerde ꝛc. —, übergeben. Die beſten Gerölle liefern Granite, baſaltiſche Felsarten, Hornblendegeſteine, Thonſchiefer; Mergel- und Kalkſteine, die beiden letzten namentlich auf einem thonigen oder freie Säuren oder lösliche Eiſenſalze haltigen Boden. Der Nutzen, welchen dieſe Gerölle als Bodendecke hervorbringen, iſt ein mehrfacher:

a. An abhängigen Lagen bilden ſie einen das Fortſchlämmen der Erdtheile verhindernden Damm;

b. an rauhen Orten ſteuern ſie den trocknen, aushagernden Winden;

c. an allzu ſonnigen Stellen wehren ſie der Sonnengluth und bewahren ſo den unter ihnen lagernden Boden vor Ausdürrung;

d. ebenſo verhindern ſie aber auch die Erkältung des Bodens, indem ſie einen die Bodenwärme zuſammenhaltenden und zurückwerfenden Schirm bilden. — Alles dies thun namentlich die Gerölle der baſaltiſchen Geſteine und des Thonſchiefers. — Auf der hohen Rhön würde der an ſich fruchtbare, aber allen Winden und aller Sonnengluth preisgegebene Boden im Sommer aushagern, und im Winter ſammt ſeinen Gewächſen auswintern, wenn er nicht mit Baſaltſteinen bedeckt wäre. — Der beſte Wein wächſt auf Boden, welcher ganz mit Thonſchiefer- oder Lavengerölle überzogen iſt.

e. Bei ihrer Verwitterung vermehren ſie die Krume und verſorgen ſie mit neuen Salzen, auch wohl mit Stoffen, welche die in dem Boden vorkommenden freien Säuren und löslichen Eiſenoxydulſalze vernichten. Dies Letztere thun namentlich die Gerölle von Mergel- und Kalkgeſteinen.

2) Lockere Anhäufungen von Pflanzenabfällen, hauptsächlich von Blättern.

a. Sie schützen den Boden gegen den Frost des Winters und die Hitze des Sommers.

b. Sie lassen starke Regenmassen nicht zu grell auf den Boden einwirken, wodurch das namentlich jungen Pflanzen so gefährliche Schlammigwerden desselben vermieden wird, sondern halten das auf sie eindringende Meteorwasser auf, so daß es nur allmählig und darum auch gleichmäßiger im Boden sich vertheilen kann.

c. Sie geben bei ihrer Verwesung dem Boden die besten Düngstoffe.

d. Endlich bilden sie für den keimenden Samen wahre Brutplätze, in welchen das wachsende Pflänzchen nicht nur die Wärme und Feuchtigkeit, die es braucht, sondern auch die nöthigen Nahrungsmittel im reichlichen Maße vorfindet.

Es haben indessen nicht die Blattabfälle von allen Pflanzen gleich großen Werth. Die Blätter der Buchen und Eichen verdienen unstreitig in dieser Beziehung den ersten Platz, da sie die ebengenannten Pflichten am vollkommensten erfüllen; die Nadeln der Tannen, Lärchen, Fichten und Kiefern stehen ihnen an Güte schon weit nach, da sie zwar gute Bodenwarmhalter sind, aber nur sehr langsam verwesen, alsdann auch dem Boden weit weniger Düngstoffe darreichen, und an sehr trockenen, luftigen Orten oft den für Pflanzenernährung ganz untauglichen Wachs- oder Harzhumus erzeugen. Noch niedriger stehen die Blätter der Ahorne, Eschen, Pappeln und Erlen, da sie ungemein viel Feuchtigkeit anziehen und hierdurch namentlich einen ohnehin schon feuchten Boden ganz naß machen und ihn eben deßhalb nicht gegen den Frost schützen.

3) Lebende Pflanzen, hauptsächlich solche mit einzelnen Pfahlwurzeln oder lockeren Wurzelbüscheln, großen, breiten, sich halb ausbreitenden Blättern und hohen Stengeln, z. B. einzelnhalmige, flachblätterige Gräser, Stauden, Sträucher und in nicht zu dichtem Schlusse stehende Bäume. Abgesehen davon, daß sie den Boden mit ihren Abfällen düngen, bieten sie demselben

den besten Schirm gegen alles heftige Anstürmen von Regen und Schnee, Hitze und Kälte und an Bergabhängen das sicherste Bindungsmittel der jedem Regenguſſe preisgegebenen Erdkrume dar. — Kalkberge können nie der schützenden Wälder entbehren.

§. 163.

Eine stets für die Erdkrume ungünstige Bodendecke bilden:

1) Mächtige Anhäufungen von Geröllen und Sand von solchen Felsarten, welche sich unmäßig erhitzen oder nicht verwittern oder bei ihrer Verwitterung die im vorigen §. unter 1. genannten, für die Bodenfruchtbarkeit nachtheiligen Stoffe produziren.
2) Dicke Moosmassen, unter denen mehrere Arten — z. B. die Astmoose (Gattung **Hypnum**) — namentlich an luftigen, warmen Orten eine gänzliche Ausdürrung des von ihnen verdeckten Bodens herbeiführen, während andere Arten — die Wassermoose (Gattung **Sphagnum**) — einen an sich zur Nässe geneigten Boden moorig machen können.
3) Zu starke Anhäufungen von Pflanzenabfällen, hauptsächlich von Blättern. Abgesehen davon, daß sie nächst den Moosdecken die besten Winterbehälter für alles mögliche Ungeziefer abgeben, schaden sie noch dadurch, daß sich ihre oberen Lagen in Folge von Nässe oder Schneedruck fest auf einander legen und eine so dichte pappähnliche Decke bilden, daß einerseits nicht der geringste Luftzug zu den untern Laublagen gelangen kann und diese darum auch nicht vollständig verwesen können, andererseits auch die Wärme sie nicht zu durchdringen vermag, woher es kommt, daß der unter ihr lagernde Boden immer sehr naß ist und im Frühjahre noch gefroren erscheint, wenn über ihm schon längst aller Frost verschwunden ist. Welcher Nachtheil hierdurch für die in einem solchen Boden stehenden Gewächse entstehen muß, ist leicht einzusehen.
4) Alle dicht und in großer Menge beisammenstehenden Pflanzen mit dickem Wurzelfilze, harten oder holzigen Stengeln und borstigen oder lederigen Blättern — z. B. die Borstengräser, Heide, Heidelbeere ꝛc. — Sie lassen nicht nur keinen Luft-

und Feuchtigkeitswechsel stattfinden, sondern dürren und saugen auch einen Boden ganz aus, was um so leichter vor sich geht, da sie gewöhnlich schon auf einem zur Ausdürrung geneigten und verarmten Boden vorkommen. Am allernachtheiligsten ist ihr Auftreten, wenn sie mit den von den Bäumen abfallenden Flechten, Moos und Blättern untermengt zu einer Art Filz verbunden erscheinen.

---

3) Die weitere Umgebung.

(Bodengebiet.)

§. 164.

Nächst der Bodendecke ist die Beschaffenheit des Gebietes (Terrain), in welchem eine Erdkrume lagert, von ungemeinem Einflusse nicht nur auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften, sondern überhaupt auch auf die Produktionsfähigkeit derselben.

Die Gegenstände, welche dieses Bodengebiet (Bodenlandschaft) zusammensetzen und eine Bedeutung für die Güte des in demselben lagernden Bodens haben, sind im Allgemeinen Waldungen, Baumgruppen, Gewässer der verschiedensten Art, Hügel und Bergzüge mit oder ohne bedeutende Felsmassen, Werke der menschlichen Betriebsamkeit und Industrie, Städte, Dörfer und Höfe. Unter diesen Gegenständen erscheinen die Wälder und Berge als die Ordner der Witterung (gewissermaßen Thermo- und Barometer zugleich) in einem solchen Gebiete, die Gewässer als die Bestimmer des Feuchtigkeitszustandes in demselben — und alle zusammen als die Klimaerzeuger desselben.

§. 165.

Was zuerst die Berge betrifft, so sind sie im Allgemeinen als die Lenker und Bändiger der Luftströmungen und, indem diese bald trocken und rauh, bald feucht und mild sind, zugleich als die mittelbaren Bestimmer der Trockenheit oder Feuchtigkeit, der Rauhheit oder Wärme des von ihnen beherrschten Gebietes zu betrachten. Ob nun dieser ihr Wirkungskreis für den in ihrer Nähe liegenden Boden günstig oder ungünstig erscheint, das

hängt einerseits von der Lage, Richtung, Höhe, Bewachsung und allgemeinen Färbung der Berge, andererseits von der Beschaffenheit des Bodens selbst ab.

a. Günstig erscheint der Einfluß der Berge: wenn sie in einem Gebiete so vertheilt sind, daß sie keinen einzelnen Wind zum allzu herrschenden werden lassen. Herrschende Winde, d. h. solche Luftströmungen, welche den größten Theil des Jahres aus ein und derselben Richtung ein Gebiet bestreichen, machen das Klima einer Gegend stets einförmig, und entweder rauh, trocken und kalt — in Deutschland die Nordost-Winde —, oder warm und feucht — in Deutschland die Südwest-Winde. Liegen nun die Berge eines Gebietes so, daß sie dem einen Winde den Zugang zu diesem Gebiete verwehren — z. B. dem Nordost —, dem andern aber öffnen — z. B. dem Südwest —, so wird z. B. in dem letzten Falle auf der einen Seite derselben, namentlich wenn sie eine bedeutende Höhe und Länge haben, der Nordost herrschen und darum das Klima mehr rauh und trocken sein; auf der andern Seite dagegen der Südwest mehr wirken und darum ein mehr warm-feuchtes Klima hervortreten. Ist nun der Boden, der an den Seiten dieser Berge lagert, von einer und derselben mineralischen Zusammensetzung, so wird er unter sonst gleichen Verhältnissen auf der Nordostseite des Berges mehr zur Austrocknung, auf der Südwestseite dagegen mehr zur Wasseraufnahme gereizt; ist dieser Boden aber auf der Nordostseite z. B. stark thonig und auf der Südwestseite stark sandig, so wird jener einen Theil seiner dem Thone anklebenden Nässe verlieren, dieser einen Theil seiner dem Sande eigenen Erhitzungs- und Verdunstungsfähigkeit einbüßen, und beide werden so fruchtbarer erscheinen, als wenn die umgekehrte Ablagerung stattfände. Daher auch die Bauernregel: „Kalter, nasser Boden wird gut an der Morgenseite, heißer, trockner Boden aber gut an der Abendseite der Gebirge." — Wenn Berge in zusammenhängenden Längsketten ein Gebiet beherrschen, so wird stets das von ihnen durchzogene Gebiet in zwei von verschiedenen Winden beherrschte Distrikte getheilt. Sind diese Längsketten aber von

Querthälern durchschnitten, so findet mittelst dieser Querthäler ein Austausch zwischen den Luftströmungen der beiden entgegengesetzten Distrikte statt, was in den meisten Fällen für die Fruchtbarkeit des Bodens vom besten Erfolge ist. — Am vortheilhaftesten wirken die Berge, wenn sie mehr vereinzelt nach verschiedenen Richtungen hin ein Gebiet umgrenzen, nicht zu hoch sind und eine mehr abgerundete Form haben, wie man im sogenannten Hügellande häufig bemerken kann. Denn in diesem Falle werden sie eigentlich keinen Wind ganz herrschend werden lassen; vielmehr werden sie eine Art Windwehre bilden, vermöge welcher sie alle Windströmungen zwar in ihrem Zuge aufhalten und dadurch deren Gewalt brechen, aber doch allmählich um ihre abgerundeten Seitenflächen herum in ihr Gebiet eintreten und dasselbe durchstreichen lassen. — Umgeben Bergzüge ein Gebiet von allen Seiten, so schützen sie zwar dasselbe gegen alle Luftströmungen, bewirken aber eben dadurch auch, daß sowohl die Sommerhitze, als auch die Winterkälte zu starken Einfluß auf den Boden dieses Gebietes bekommt; daß der letztere in feuchten Jahren in eine fortwährende Wasserdunstschicht eingehüllt bleibt und bei schneereichen Wintern seinen Schnee zu lange behält, was Beides für die Fruchtbarkeit desselben von Nachtheil ist.

b. Aus dem eben Mitgetheilten geht schon deutlich genug hervor, daß Berge dann am günstigsten auf den Boden des von ihnen beherrschten Gebietes einwirken, wenn sie hauptsächlich solchen Windströmungen den Zugang in ihr Gebiet gestatten, welche die physikalische Beschaffenheit des Bodens verbessern, also den von Natur hitzigen Bodenarten feuchten Südwest, dem von Natur nassen und kalten Boden aber vorherrschend warmen Südost- oder trockenen Nordostwind zuführen.

c. Günstig erscheint der Einfluß der Gebirge überhaupt auch nur dann, wenn sie nicht zu hoch sind. Allzu hohe Berge sind entweder das ganze Jahr hindurch oder doch sehr früh oder sehr spät im Jahre mit Schnee und Eis bedeckt. Indem nun

diese Bedeckungen sehr viel Wärme verschlucken, um zu schmelzen, so wird dadurch die Luft ihrer ganzen Umgebung so abgekühlt, daß der in ihrem Gebiete liegende Boden nicht nur zu lange im Frühjahre gefroren bleibt und dann wieder sehr bald im Herbste einwintert, sondern auch — eben wegen der Kälte — seine Düngstoffe wenig oder nicht zersetzen kann. Hauptsächlich ist dies bei allen stark thonigen und sehr viel Humus haltigen Bodenarten der Fall. — Sind nun vollends solche hohe Berge ganz kahl und leer von aller Bewaldung, so sind sie die besten Mittel, um das Klima ihres Gebietes und hierdurch den in ihrer Nähe liegenden Boden mit jedem Jahre unwirthbarer zu machen. (Vergl. hierzu den folgenden §.)

d. Endlich erscheinen die Berge eines Gebietes vortheilhaft für den in ihrer Nähe liegenden Boden, wenn sie nicht zu schroffe Gehänge haben, an denselben viel Verwitterungskrume besitzen, aber nicht mit einer zu starken Menge unverwitterten oder schwer verwitterbaren Gerölles und Sandes bedeckt sind. — Berge mit sanften, bewachsenen oder krumigen Gehängen sind die besten Bewässerer des in ihrer Nähe liegenden Bodens. Denn vermöge ihrer sanften, aber nicht zu nackten, felsigen Gehänge lassen sie nicht nur das durch das Schmelzen des Schnees auf den Berghöhen entstehende Wasser und jeden Meteorwasserniederschlag nur ganz allmählig zu den an ihrem Fuße gelegenen Boden hingelangen, wodurch das Schlammigwerden desselben verhindert wird, sondern gestatten auch dem nur langsam sich fortschleichenden Wasser, daß es sich auf seinem Wege mit einer Menge auflösbarer oder schlämmbarer Theile von der Verwitterungskrume des Berges beladen kann. Der an den untern Abhängen des Berges gelegene Boden erhält dadurch nicht blos hinreichende Bewässerung, sondern auch eine Menge guter Düngstoffe. Ganz anders ist es mit den Bergen, welche felsige oder mit harten Geröllen bedeckte, schroffe Gehänge haben. Diese lassen nicht nur alles Schnee- und Regenwasser jählings und mit immer stärker werdendem Falle nach den an seinem Abhange oder Fuße gelegenen Boden hinabstürzen, so

daß derselbe schlammig und bisweilen ganz aus einander gerissen wird, sondern überfluthen ihn auch dabei mit einer solchen Menge unzersetzter Steingerölle, daß er wenigstens in den ersten Jahren eine unfruchtbare Steinwüste bildet.

Zusatz. Daß die Berge auch einen Einfluß auf die Vertheilung der Gewitter und Hagelwetter haben, also sogenannte Wetter- und Hagelscheiden bilden, ist bekannt genug.

---

§. 166.

Nächst den Bergen nehmen die Waldungen unstreitig die erste Stelle unter den das Gebiet eines Bodens beherrschenden Gegenständen ein. Sie sind in vieler Beziehung als die Gehülfen der Berge zu betrachten. Wo die Berge allein nicht im Stande waren, die entfesselten Elementarkräfte zu bändigen und für den Dienst der Erdkrume brauchbar zu machen, oder wo die Berge durch ihre Höhe oder die Beschaffenheit ihrer Gehänge nachtheilig zu wirken begannen, oder wo die Berge ganz fehlten, da pflanzte die Natur Wälder hin, theils um jenen in der Lenkung der Luftströmungen zu helfen, theils um den nachtheiligen Einfluß ihrer Höhe und Gehänge zu zerstören, theils um ihre Stellen ganz zu vertreten, wie es in großen Ebenen der Fall ist. Durch ihre Bäume bilden sie in vieler Beziehung gewissermaßen einen Filtrir oder Sieb, welcher nur so viel von den Luftströmungen durch sich durchziehen läßt, als einem Bodengebiete zuträglich ist. Auf wie vielfache Weise sie nun die ihnen von der Natur übertragenen Pflichten erfüllen, zeigt das Folgende:

1) Sie halten einerseits die austrocknenden, andererseits die allzu feuchten Luftströmungen von einem Gebiete ab; das Erste thun sie, wenn sie die östliche Seite, das Letztere erfüllen sie, wenn sie die westliche Seite einer sonst offenen Gegend begrenzen. Sie verhalten sich also in dieser Beziehung ganz wie die Berge.
2) Sie mäßigen die grelle Sonnengluth, und halten dadurch den Boden feucht, da nicht nur die belaubten Kronen ihrer Bäume wenigstens den in der Waldnähe lagernden Boden beschatten, sondern auch das von ihrem Laube verdunstende Wasser eine große Menge Wärme bindet, woher es denn kommt, daß in Gegenden, die von großen Waldungen beherrscht werden, die

Sommer-Temperatur stets geringer ist, als in waldarmen Ländern. Von welcher hohen Wichtigkeit dies für einen, namentlich von Natur sich leicht erhitzenden Boden ist, sieht man theils in waldlosen Gegenden, wo in heißen Sommern selbst der Thonboden seine so begierig angezogene und so fest gehaltene Feuchtigkeit am Ende hergeben muß, theils schon in gelichteten Waldungen, wo eine Quelle nach der andern verschwindet, um nimmer wieder zu kehren.

3) Durch ihre mächtige Wasserverdunstung und durch die Erniedrigung der Lufttemperatur, welche die Folge der bei dem Verdunstungsprozesse stattfindenden Wärmebindung ist, erfolgen in ihrem Gebiete stärkere Thauniederschläge und häufiger Regen, als in waldarmen Gegenden. Daß dies namentlich in warmen Sommern und für hitzige Bodenarten von unberechenbarem Vortheil ist, leuchtet von selbst ein. Freilich ist dabei aber auch nicht zu leugnen, daß sehr thonreiche Bodenarten dadurch oft ganz sumpfig und unfruchtbar werden und daß die Frühlingsnachtfröste in einem waldigen Gebiete häufiger und stärker auftreten, als irgend anderswo, aber trotz dem weniger schaden, wenn der von ihnen befallene Boden einen Waldmantel hat, welcher die erste Wirkung der aufgehenden Sonne verhindert.

4) Eben wegen dieser starken Wasserproduktion und Wärmebindung sind nicht nur die Sommer in waldreichen Gegenden kühler, sondern auch kürzer, und folglich die Winter länger. Sind nun solche Gegenden eng oder wohl gar schluchtig, so bleiben Eis und Schnee zu lange in den Frühling hinein liegen, was allerdings von Nachtheil für die Fruchtbarkeit ihrer Bodenarten ist. Allein trotz dieses Mißstandes leidet der Boden dieser Gegenden nicht so stark vom Froste, wie es in ganz offenen, waldarmen Gegenden der Fall ist, indem derselbe theils durch die ihn schirmenden Bäume an zu schneller und starker Wärmeausstrahlung gehindert, theils auch wegen seiner geringeren Sommertemperatur unempfindlicher gegen die Winterkälte wird.

5) Wenn Wälder auf dem Rücken und an den nordöstlichen Ge-

hängen von Bergen liegen, so sind sie dem Boden, welcher an den südlichen Gehängen gegenüberliegender Berge lagert, in doppelter Beziehung nützlich: einmal nämlich mäßigen sie die zehrende Gluth der Mittagssonne, und dann schicken sie diesem Bodem bei jedem Luftzuge, der sie in der Richtung nach den ihnen gegenüberliegenden Bergen durchfluthet, eine Menge mit Kohlensäure beladener Feuchtigkeit zu. — Dasselbe thun auch die Wälder der Ebenen, wie man an jedem Abende bemerken kann.

6) Die an den Bergen gelegenen Wälder nützen auch noch dadurch dem am Fuße dieser Berge lagernden Boden, daß sie bei starken Regengüssen das an den Berggehängen herabströmende Wasser in seinem gewaltsamen Zuge hemmen, es nur allmählig abfließen lassen und dabei mit einer Menge löslicher Düngstoffe von ihren Abfällen versorgen. (Vergl. vorigen §. unter 4.)

Aus dem eben Mitgetheilten ersieht man, daß die Waldungen ähnlich wie die Berge nicht nur die Lenkung und Mäßigung der in einem Gebiete herrschenden Winde besorgen, sondern auch ungemein viel Einfluß auf den Feuchtigkeits- oder Trockenheitszustand, auf die Wärme des Sommers und die Kälte des Winters in ihrem Gebiete haben und durch dieses Alles, sowie auch noch durch die Düngstoffe, welche sie der Luft und dem Wasserdunste übergeben, für den in ihrer Nähe liegenden Boden von der größten Wichtigkeit sind. Ob nun dieser ihr Einfluß ein guter oder nachtheiliger ist, das hängt, wie man aus dem Vorigen sieht, theils von ihrer Lage, Stärke und Höhe, theils auch von den Baumarten, aus denen sie gebildet werden. — (in Laubholzgegenden ist es kühler und regneriger, als in Nadelholzgebieten, weil jene mehr verdunsten, als diese), — theils auch von dem Boden ihres Gebietes selbst ab.

§. 167.

Von großem Einflusse auf ein Bodengebiet sind auch die in demselben vorkommenden Gewässer, seien es nun Quellen, Bäche, Flüsse und Ströme oder Landseen, Sümpfe und Meere. Auf der einen Seite zeigen sie den Einfluß der Wälder, aber in verstärktem Maßstabe, indem sie durch ihre starke Verdunstung dem Boden nicht bloß sehr viel Feuchtigkeit, sondern auch — und zwar oft starke —

Kühlung verschaffen. Auf der andern Seite aber wirken sie noch dadurch, daß sie den von ihnen durchflossenen Bodengebieten entweder an dem einen Orte Krumentheile entreißen und an der andern Stelle wiedergeben, oder geradezu neue Stoffe überliefern, die sie namentlich bei Ueberfluthungen auf der Oberfläche derselben absetzen. — Bei den fließenden Gewässern ist in dieser Beziehung hauptsächlich die Größe ihrer Wassermasse, die Richtung ihres Laufs, die Stärke ihres Falles, sowie endlich auch die geognostische Beschaffenheit des Terrains, welchem ihre Quellen entspringen und ihre Zuflüsse entströmen, genau zu beobachten. Denn

1) es werden größere Wassermassen einerseits mehr verdunsten, andererseits beim Anwachsen ihrer Masse größeren Einfluß auf die sie begrenzende Landmasse haben, als kleinere.
2) es werden Flüsse und Bäche um so weniger Gewalt auf die sie einengenden Ufer ausüben, je mehr diese sanfte, aber umfangreiche, Biegungen besitzen, und je breiter und je länger das Bett jener ist. — Stößt die Stromrichtung eines Flusses oder schon ein Baches senkrecht auf Landmassen, so leiden diese fortwährend. Am wenigsten schaden Wassermassen, wenn ihre Uferbiegungen abgerundete stumpfe Winkel bilden.
3) es werden Gewässer eine um so größere Stoß- und Reißgewalt auf das sie umgebende Land besitzen, je stärker ihr Fall ist; daher werden Gebirgsbäche da, wo sie aus dem Gebirge heraustreten, am geröllreichsten und am reißendsten sein, weiterhin im Flachlande dagegen nur noch Sand führen und sanft hinfließen.
4) es werden alle Gewässer um so mehr lösliche Düngstoffe und Bodenbestandtheile mit sich führen, die sie dann an ihre Ufer oder bei Ueberfluthungen an ihre Umgebungen abgeben, je mehr verwitterbare, lösliche oder fortschlämmbare Stoffe der Boden oder die Gebirgsmassen enthalten, denen sie entsteigen oder die sie durchfließen. Es ist dies für die Veränderung, Verbesserung oder Verschlechterung der von ihnen durchflossenen Ländereien von großer Wichtigkeit, wie im §. 180 ff. des folgenden Abschnittes gezeigt werden wird und wie hier nur einige Beispiele andeuten mögen:

a. An der Mündung großer Ströme werden durch die von ihnen fortgeflutheten Mineral- und Organismenreste oft so starke Anhäufungen gemacht, daß dadurch im Zeitverlaufe große Inseln entstehen, welche wegen ihrer Aehnlichkeit mit einem griechischen Δ Delta's genannt werden und meistens durch ihre Fruchtbarkeit berühmt sind. (Nil-, Ganges-, Mississippi-Delta ꝛc.)

b. Der Boden Aegyptens würde sehr arm sein, wenn er nicht durch die Wasserfluthen, welche durch das Schmelzen des Schnees auf den abessynischen Alpen entstehen, eine Menge Düngstoffe zugeführt bekäme. Aehnlich verhält es sich mit der Po-Ebene Oberitalions, welche durch die Schneewässer der Alpenkette genährt wird.

c. Ländereien, die von Gewässern durchzogen werden, welche aus schwer verwitterbaren Gesteinsmassen kommen, sind in der Regel arm und werden höchstens bei Ueberfluthungen mit Massen unfruchtbaren Sandes versorgt.

d. Ebenso werden Aecker mit einer Menge vegetabilischer und thierischer Düngstoffe versehen, wenn die sie durchfließenden Gewässer ihren Lauf durch wohlangebaute Gegenden nehmen oder Gebirgsbäche in sich aufnehmen, die von gut bewaldeten Gebirgen kommen. Wenig oder nichts von solchen Stoffen werden dagegen die Bodengebiete erhalten, deren Gewässer aus armen, unbebauten Sandgegenden oder rauhen unbewaldeten Gebirgen kommen.

Es ist übrigens zu bemerken, daß die an solchen düngenden Gewässern liegenden Bodenmassen nicht überall gleich viel von denselben erhalten. Die dicht am Fuße von Gebirgen oder weit davon entfernt lagernden Länder erhalten weniger, als die in der mittlern Entfernung liegenden; die ersteren darum weniger, weil das sie durchströmende Gewässer noch zu starken Fall und Stoß hat und deshalb seinen mitgenommenen Erdtheilen noch nicht Zeit gibt, um sich absetzen zu können; die zweiten aber darum, weil dann das Gewässer schon das Meiste an die zwischen ihnen und den erstern liegenden Länder abgegeben hat.

Stehende Gewässer treten entweder als Sümpfe, Landseen oder Meere auf. Ihr Haupteinfluß besteht darin, daß sie vermöge ihrer fortwährenden Verdunstung die sie umgebenden Bodengebiete einerseits mit sehr viel Feuchtigkeit und Kühlung versehen, was von großem Nutzen für sandige und kalkige Boden ist (wie man an der Fruchtbarkeit des an den Meeresgestaden gelegenen Sand- und Kreidebodens sehen kann), — andererseits unempfindlicher gegen Sommerhitze und Winterkälte machen, indem sie theils eben wegen ihrer Verdunstung im Sommer, theils eben wegen ihrer Wärmeausstrahlung im Winter ein gleichmäßigeres und im Allgemeinen milderes Klima erzeugen. Dies Letztere ist jedoch nur so lange der Fall, als sie nicht eingefroren sind. — Nachtheilig erscheint ihr Einfluß insofern, als sie durch ihre starke Verdunstung und die dadurch hervorgebrachte Kühlung namentlich in thonigen Bodenarten die vollständige Zersetzung der Düngstoffe und absterbenden Pflanzenmassen verhindern, und hierdurch oft die Veranlassung zur Bildung von torfigem oder morastigem Boden geben. — Bemerkenswerth erscheinen noch die Ausdünstungen des Meeres, durch welche den angrenzenden Ländereien eine Menge Kochsalz und anderer salziger Stoffe zugeführt wird.

§. 168.

Unter den Gegenständen, welche das Gebiet eines Bodens beherrschen, sind endlich noch die Werke des Menschen zu nennen, mögen es nun Städte, Dörfer, Höfe, Fabriken oder Hüttenwerke sein. Was unter diesen Gegenständen zuerst den Einfluß der menschlichen Wohnungen betrifft, so lehrt die Erfahrung, daß in Gegenden, die reich an Dörfern und Städten sind, der Boden stets fruchtbarer ist, als in menschenarmen Distrikten, da in jenen Gegenden theils durch den Lebens-, theils durch die unzähligen Verbrennungsprozesse eine Menge Stoffe erzeugt werden, die alle dem Boden zu gute kommen. Zugleich zeigt aber auch die Erfahrung, daß in jenen Gegenden da, wo viel Viehzucht getrieben und viel Fleischspeisen genossen werden, der Boden wieder reicher ist, als da, wo mehr Fabriksthätigkeit herrscht. Was ferner die Fabriken und Hüttenwerke betrifft, so schaden sie der Fruchtbarkeit des in ihrer Nähe befindlichen Bodens namentlich dann, wenn durch sie giftige, ätzende Stoffe entwickelt werden,

die anfangs als Dampf entweichen, und sich später in der Luft wieder verdichten und zu Boden senken.

Anmerkung. So unbedeutend dies erscheinen mag, so zeigt doch der Boden, der sich z. B. in der Nähe von Schmelzhütten befindet, in denen Arsenik haltige Metalle geröstet oder geschmolzen werden, daß durch den arsenikalischen Dampf, der den Essen dieser Hütten entsteigt, seine Fruchtbarkeit ungemein beeinträchtigt wird; denn derselbe ist gewöhnlich sehr steril. — Aehnlich zeigt sich der Boden in der Nähe von chemischen Fabriken, namentlich solchen, wo Schwefelsäure, Bleiweiß und dergleichen Stoffe präparirt werden.

§. 169.

In den vorigen §§. sind alle die Gegenstände einzeln betrachtet worden, welche im Allgemeinen in dem Gebiete eines Bodens von Einfluß sein können. In der Natur selbst ist dies aber gewöhnlich anders: da kommen sie zu mehreren oder sämmtlich mit einander verbunden in einem Gebiete vor. Und wie erscheint dann ihr Wirken? Im Allgemeinen behält zwar jeder der betrachteten Gegenstände seinen Einfluß für sich, aber es wird derselbe durch die Wirksamkeit des andern, ihm entgegenstehenden oder mit ihm verbundenen Gegenstandes gehoben, geschwächt, gemildert oder auch wohl ganz aufgehoben und hierdurch der Witterungs- und Temperaturzustand einer Gegend herbeigeführt, den man das örtliche Klima derselben nennt. — Gewöhnlich haben sich nun im Verlaufe der Zeiten diese Gegenstände so mit einander verbunden und im Kampfe mit einander und mit den zu besänftigenden Naturkräften gleichsam so abgeschliffen, daß sie zuletzt ein harmonisches Ganze bilden, was nur in dem übereinstimmenden Wirken seiner Glieder einen vortheilhaften Einfluß auf den von ihm beherrschten Boden hat und nachtheilig für denselben erscheint, sowie auch nur das kleinste Glied aus der Kette des Ganzen gerissen wird. — Leider ist aber bis jetzt auf dieses harmonische Wirken der Gegenstände eines Bodengebietes von dem Menschen wenig oder gar keine Rücksicht genommen worden; darf er sich nun wundern, wenn sich die freventlich gemißbrauchte Natur dafür rächt, und den von ihm bebauten Boden trotz aller Bearbeitung und Pflege immer ärmer und unwirthbarer für das Pflanzenleben werden läßt?

D. Von den Veränderungen der Bodenmasse im Allgemeinen.

§. 170.

Wie man aus den bisherigen Betrachtungen ersehen kann, so dient die Umgebung eines Bodens hauptsächlich zur Regulirung der auf denselben einwirkenden Kräfte und Stoffe. Mag nun aber diese Umgebung noch so günstig sein, mag in ihrer Gruppirung und Vertheilung noch so viel Einklang Statt finden, ganz aufzuheben oder zu ordnen die Gewalt aller der den Boden angreifenden Potenzen vermag sie doch nicht; ja, sie muß am Ende selbst noch denselben dienstbar sein und das Mittel abgeben, was dieselben bei ihren Angriffen benutzen oder welches in Gemeinschaft mit ihnen die ihr zum Schutze anvertraute Krume umwandeln hilft, sei es nun zum Vortheile oder Nachtheile derselben. Denn die Agentien, welche auf die Erdkrume verändernd einwirken, sind zu mächtig, mannichfaltig und dabei zu heimlich, als daß ihnen irgend eine irdische Kraft ganz Einhalt thun könnte.

§. 171.

Unter den Stoffen und Kräften, welche in steter Thätigkeit auf die Erdkrume verändernd und bald nachtheilig, bald vortheilhaft einwirken, — nachtheilig, wenn sie mit zu großer Gewalt und auf nicht für die oder jene Einwirkung geeigneten Boden, vortheilhaft, wenn sie in rechtem Maße und auf geeigneten Boden einwirken — unter diesen Potenzen treten am meisten hervor: die Wärme und Kälte, die Atmosphärilien und das Wasser, die chemische Verwandtschaft und die auf der Erdkrume wohnenden Gewächse.

§. 172.

1) Unter ihnen nimmt die Wärme den ersten Rang ein: sie ist das Agens, durch welches erst die übrigen Potenzen zur Thätigkeit angereizt werden, wenn sie in nicht zu starkem Maße und am rechten Orte einwirkt, oder auch zur Ruhe gebracht werden, wenn sie mit zu großer Gewalt auftritt. Unter sonst günstigen Verhältnissen treibt sie zunächst sowohl die anorganischen, als organischen Bestandtheile der Erdkrume an, die Atmosphärilien an sich zu ziehen und sich mit ihnen

chemisch zu verbinden. Durch die jetzt nun eintretenden chemischen Prozesse werden die vorhandenen Krumenbestandtheile auf das Mannichfachste — und stets zum Vortheile ihrer Krume — umgewandelt. — Wirkt sie aber nach der Einleitung dieser Prozesse noch lange und mit gesteigerter Kraft fort, dann hemmt sie wieder jene chemischen Thätigkeiten des Bodens, indem sie den letzteren zwingt, nicht nur das eben erst angezogene und zur Einleitung und Unterhaltung der chemischen Verwandtschaften nothwendige Meteorwasser, sondern auch seine früher angesammelte Feuchtigkeit sammt einer Menge in derselben gelöster Bodenbestandtheile zu verdunsten. Daß dieser Einfluß der Wärme eine Erdkrume nicht bloß ganz ausdürrt und arm macht, sondern auch allzu stark auflockert, ist bekannt genug. (Vergl. hierzu §. 147—149.)

§. 173.

2) An die Wärme schließt sich unter den die Erdkrume umwandelnden Kräften die Kälte an. Wie jene den Boden zur Verdunstung seines Wassergehaltes zwingt, so hemmt diese entgegengesetzt die Wasserverdunstung und läßt einen Boden naß und unwirthbar werden; und wie jene die chemischen Verwandtschaften in einer Krume rege macht, so unterbricht diese alle Umwandlungsprozesse, die der Wärme bedürfen. Und doch zeigt sich die Kälte in gewissen Fällen äußerst wirksam und vortheilhaft in der Veränderung mancher Erdkrume. Es ist bekannt, daß Teichschlamm und jeder rohe Boden, ebenso auch mancher Mergel, stets fruchtbarer wird, wenn er erst tüchtig vom Froste durchzogen worden ist; ebenso weiß man auch, daß selbst der zäheste Thonboden Vieles von seiner strengen Bindigkeit und übermäßigen Wasserhaltungskraft verliert, wenn er einmal durchfroren gewesen ist; endlich lehrt auch die Erfahrung, daß sehr häufig Thon mit Eisenoxydul nach dem Gefrieren Eisenoxydhydrat enthält. Die Ursache dieser sämmtlichen Erscheinungen ist zunächst in dem Gefrieren und in der hierdurch erfolgenden Ausdehnung des zwischen den Krumentheilen befindlichen Wassers zu suchen. Indem nämlich in Folge der Ausdehnung des gefrierenden Wassers die Krumentheile mehr aus einander getrieben werden und hierdurch eine Auflockerung der ganzen Bodenmasse erfolgt, kann beim allmähligen Aufthauen derselben sowohl die Wärme, als der

atmosphärische Sauerstoff mehr in's Innere derselben eindringen und folglich nun auch stärker wirken, als es vor dem Froste bei der durch Feuchtigkeit verschlossenen Erdmasse möglich war.

§. 174.

3) Vom größten Einfluß auf die Veränderungen einer Bodenmasse ist die Atmosphäre, indem sie jener einerseits eine Menge gasförmiger Stoffe liefert, welche mit den Bestandtheilen der Erdkrume die mannichfachsten Verbindungen eingehen (so namentlich Kohlensäure, Ammoniak, Salpetersäure und den unermüdlichen Sauerstoff), ja, zum Theil geradezu die Elemente zu allen chemischen Prozessen bilden, die im Inneren des Bodenschoßes, sowohl an den organischen, als unorganischen Theilen desselben vorkommen: andererseits dem Boden das nöthige Wasser gibt, und endlich auch durch ihre Bewegungen und Strömungen denselben bald aushagert oder durchnäßt, bald vieler seiner mechanischen, wie chemischen Bestandtheile beraubt oder durch hinzugeführte Stoffe (Atmosphärenstaub) bereichert.

§. 175.

4) Vor allen Stoffen, die sich thätig für die Erdkrume zeigen, gebührt dem Wasser der Hauptrang. Denn

1) bildet dasselbe das fast alle chemische Prozesse einleitende, unterhaltende und vollendende Mittel;
2) setzt es den Einwirkungen der zu grell und lange einwirkenden Wärme eine hemmende Schranke entgegen;
3) führt es dem Boden eine Menge Stoffe zu, die es in sich aufgelöst oder geschlämmt enthält, wodurch derselbe oft sehr verbessert, häufig aber auch sehr verschlechtert wird;
4) endlich entführt es auch, wenn es mit allzu großer Macht auftritt, dem Boden oft so viel von seinen Gemeng- und Bestandtheilen, daß derselbe zuletzt als ein ödes, unfruchtbares Stein- oder Sandmeer dasteht.

§. 176.

5) Auch des Einflußes, welchen die im Schoße einer Erdkrume erwachenden chemischen Verwandtschaften ausüben, muß gedacht werden; denn sie sind es gerade, welche erst den Einfluß der bis

jetzt betrachteten Stoffe und Kräfte bemerkbar machen, und welche nie ruhen, so lange es noch etwas im Boden zu zersetzen und umzuwandeln gibt, vorausgesetzt, daß ihnen die oben genannten Potenzen behilflich sind. Sie sind zwar unter allen auf den Boden einwirkenden Agentien die heimlichsten, aber trotz dem die einflußreichsten, die am meisten umwandelnden. Mit vollem Rechte kann man daher diejenige Krume als die beste betrachten, in deren Schoße die chemischen Verwandtschaften am thätigsten sind.

§. 177.

6) Endlich haben auch die in einem Boden wurzelnden Gewächse einen mächtigen Einfluß auf dessen Wandelbarkeit. Durch ihren Lebensprozeß nehmen sie dem Boden eine Menge Stoffe, die sie ihm bei ihrem Absterben, wenn auch oft in veränderter Gestalt und sehr allmählig, wieder zurückgeben. Wirken bei ihrem Absterben Wärme, Luft und Feuchtigkeit in gehörigem Maße auf sie ein, so geben sie dem Boden nur zuträgliche Bestandtheile; tritt dagegen einer von diesen drei Stoffen zu überwiegend auf, so überliefern sie der mütterlichen Krume nur solche Körper, welche dieselbe nicht vortheilhaft verändern. — Außerdem bilden aber auch die Gewächse während ihres Lebens und selbst noch im Tode ein Beschützungsmittel des Bodens gegen äußere Einflüsse, wie in den früheren §§. gezeigt worden ist. Sie werden daher auch wenigstens mittelbar in dieser Beziehung von Wichtigkeit für die Veränderungen des von ihnen beschützten Bodens sein, indem durch ihre Entfernung der Wärme und Kälte, der Luft oder dem Wasser ein größerer Wirkungskreis eröffnet wird.

§. 178.

Aus Allem, was bis jetzt mitgetheilt worden ist, geht hervor, daß

1) keine Erdkrume als ein fertig ausgebildetes Ganzes, sondern als ein ewig thätiger Umwandlungsherd zu betrachten ist, auf welchen sowohl chemische, als physikalische Kräfte einwirken;
2) eine Erdkrume sich nur wenig verändert, wenn sie keine Gewächse trägt und überhaupt nach außen gegen die Angriffe der genannten Agentien abgeschlossen ist;
3) die Veränderungen, welche in einer Erdkrume vor sich gehen, nur dann für sie von Vortheil sind, wenn alle die auf sie ein-

wirkenden Potenzen sich gegenseitig und in rechtem Maße und zur gehörigen Zeit unterstützen;

4) die Umgebung eines Bodens einen ungemeinen Einfluß auf die wohlthätige Wirksamkeit der Umwandlungskräfte hat und folglich durch ihre Veränderung auch dieses Ineinandergreifen und Wirken der Naturkräfte verändert, gehoben oder zerstört und häufig für die Veränderungen des Bodens nachtheilig gemacht wird.

§. 179.

Was nun die Bodenveränderungen selbst betrifft, so können diese vor sich gehen:

an den Hauptgemengtheilen, an den Nebengemengtheilen,

durch

a. Wegnahme, b. Umwandlung, c. Hinzufügung,

auf

1) mechanische	oder	2) chemische Weise
Wirkungskreis der Wasser- und Luftströmungen; der Wärme allein; des Pflanzenlebens.		Wirkungskreis der im Verbande wirkenden Kräfte und Stoffe.

§. 180.

Wie schon in den vorigen §§. angedeutet worden ist, so üben Winde und Wasserströmungen einen ungemeinen Einfluß auf eine Erdkrume aus. Beide können derselben Stoffe ent-, aber auch zuführen. Hauptsächlich aber tritt hier die Gewalt des Wassers hervor; denn dieses wirkt auf dreifache Weise: es fällt von oben herab auf eine Ackerkrume als Meteorwasser (Regen) und schlägt entweder Staubtheile der Luft auf den Boden nieder oder es laugt Bodentheile in den Untergrund hinab; es dringt von den Seiten her in die Bodenmasse als Fluthenwasser und setzt entweder erdigen und steinigen Schlamm auf den Boden ab, oder es schlämmt von demselben Theile weg; es steigt von unten hinauf in die Ackerkrume als Grundwasser und befördert Theile des Untergrundes in die oberen Lagen eines Bodens oder es entreißt diesen bei seiner Verdunstung eine Menge löslicher Stoffe.

§. 181.

Was nun zuerst die Wegnahme von Bodengemengtheilen betrifft, so lehrt die Erfahrung darüber Folgendes:

1) Bodenarten, welche kohlensauren Kalk enthalten, werden mit der Zeit ärmer an diesem Bestandtheile, so daß z. B. kalkhaltige Thon- oder Lehmböden am Ende als gemeiner Thon oder Lehm erscheinen. („Ausgemergelter Boden.") — Diese Veränderung kommt hauptsächlich in gut gedüngtem, durch starken Pflanzenwuchs in Schatten und Feuchtigkeit gehaltenem Boden vor und beruht zunächst auf der Auflösung des kohlensauren Kalkes in Kohlensäure haltigem Wasser und dann in der Aufsaugung des gelösten Kalkes durch die in diesem Boden wachsenden Pflanzen.

Zusatz. Ein mit sehr vielen, Kohlensäure entwickelnden, Düngstoffen versehener Mergelboden wird, wenn er übrigens eine beschattete und feuchte Lage hat, auf die oben angegebene Weise sehr bald nicht nur seinen Kalk-, sondern auch seinen Düngergehalt verlieren; denn die Gewächse, welche seinen gelösten Kalk aufsaugen, werden durch diese hitzige Würze so zur Nahrungsaufnahme gereizt, daß sie mit vervielfachter Kraft nun auch die übrigen Düngstoffe ihrer Erdkrume aufsaugen. Hierin liegt der Grund, daß Aecker, die einmal „gemergelt oder gekalkt" worden sind, mit jedem Jahre ärmer werden, wenn sie nicht immer neue Mergelungen und reichlichen Düngerzusatz erhalten. Und hierauf gründet sich das Sprüchwort: „Gemergelte Aecker machen reiche Väter und arme Söhne." — Uebrigens ist hier wohl zu bemerken, daß ein künstlicher Mergel auf die eben angegebene Weise leichter zu entfernen ist, als ein natürlicher, weil bei jenem die Mischung zwischen Kalk und Thon nie so innig und gleichartig ist, als bei diesem. Ebenso wird diese Wegführung des kohlensauren Kalkes viel langsamer und sparsamer Statt finden, wenn derselbe mit Talkerde verbunden ist.

Außer der eben genannten Weise kann ein Kalkboden durch starke Regengüsse auch noch von seinem Kalke viel verlieren, wenn er eine stark geneigte Lage oder einen durchlässigen Untergrund hat. Im ersten Falle erscheint dann gewöhnlich die am Fuße des geneigt liegenden Bodens befindliche Ackerkrume stark mergelig; im zweiten Falle aber wird der vom Regen-

wasser ausgelaugte Kalk gewöhnlich den aus den Kalkbergen hervorkommenden Quellen und Bächen zugeführt.

Endlich bemerkt man auch noch häufig unter Torfmooren, welche in Buchten zwischen Kalkbergen liegen, eine Lage sehr feinkörnigen Kalkmergels („Wiesenmergel"). Dieser ist auf keine andere Weise dahin gelangt, als daß einerseits der von den Kalkbergen ausgelaugte Kalk hier abgesetzt und wegen der undurchlässigen Sohle der Torfmoore festgehalten wurde, oder daß andererseits der Kalkgehalt des thonigen Bodens, auf dem sich das Torflager bildete, durch den Einfluß der bei dem Verkohlungsprozesse der Torfgewächse freigewordenen Kohlensäure löslich gemacht und von dem Wasser nach der Tiefe hin ausgelaugt worden.

2) Bodenarten, welche Sand enthalten, verlieren mit der Zeit denselben, so daß z. B. sandiger Thonboden allmählig in gemeinen Thon umgewandelt wird. In diesem Falle kann das Verschwinden des Sandes auf eine mechanische und eine chemische Weise vor sich gehen: auf eine mechanische Weise, wenn durch starke Platzregen der Sand nach der Tiefe gespült wird; auf chemische Weise, wenn der Sand aus verwitterbaren Mineralien besteht und deshalb im Zeitverlaufe in Krumentheile umgewandelt wird.

3) Bodenarten, welche thonig oder mergelig sind, büßen durch starke Wasserfluthungen und heftige Windstürme immer mehr von ihrem Thongehalte ein, so daß dieselben mit der Zeit ganz sandig oder kalkig erscheinen.

4) Eisenschüssige Bodenarten verändern sich am meisten, sei es nun, daß ihr Eisengehalt durch Regenwasser ganz ausgelaugt wird, was namentlich bei einer stark geneigten Lage und einem felsigen Untergrunde der Fall ist, — oder durch den Einfluß von Säuren und Pflanzen. Dies Letztere findet namentlich dann Statt, wenn das Eisen als Oxydul oder Hydrat in einem feuchten, gegen die Luft verschlossenen Boden vorkommt und sich durch den Verwesungsprozeß Säuren entwickeln, die mit dem Eisen Salze bilden, welche nun we-

gen ihrer leichten Löslichkeit entweder vom Wasser fortgeführt — wenn der Boden eine geneigte Lage hat — oder von den in diesem Boden wachsenden Pflanzen aufgesogen werden. — Daß aber auch das Eisenoxyd in einem gegen die Luft verschlossenen und lange unkultivirten Boden durch Einwirkung der verwesenden Pflanzenstoffe in Eisenoxydul und dann durch Einfluß von Säuren in lösliche Salze umgewandelt werden und endlich in dieser Form aus dem Boden verschwinden kann, geht zum Theil aus dem hervor, was früher über die Natur des Eisens mitgetheilt worden ist, zum Theil aus dem oben Ausgesprochenen.

5) Bodenarten, welche noch nicht oder nur halb verwese Pflanzensubstanzen, namentlich in ihren obersten Lagen enthalten, verlieren dieselben gar leicht durch heftige Windströmungen oder starke Wasserfluthungen. Ist die Krume eines solchen Bodens recht locker und sandig, so werden durch starke Regengüsse seine Humusmassen in die Tiefe geschlagen, wo sie nun — wenn die Lage des Bodens muldenförmig und sein Untergrund undurchlässig ist, — nicht weiter verwesen und deshalb zu Moor- und Torfbildung Veranlassung geben können, oder von wo aus sie — wenn die Lage des Bodens geneigt ist — weiter nach seinen niedriger gelegenen Theilen fortgeschlämmt werden, woher es denn kommt, daß ein an Abhängen gelegener Boden an seinen höher gelegenen Theilen immer humusärmer, an seinen niederen Theilen aber humusreicher wird.

6) Bodenarten, welche eine trockene, sonnenreiche oder trockenen Winden ausgesetzte Lage haben, verlieren nicht nur ihr erhaltenes Meteorwasser, sondern mit der Zeit auch ihren ganzen Gehalt von Grundwasser und werden dadurch immer dürrer und an chemischen Prozessen träger.

§. 182.

Dieselben Potenzen, welche einem Boden seine mechanischen Gemengtheile rauben, sind es auch, welche demselben neue Bestandtheile zuführen. Denn was das Wasser und der Wind hier einem

Boden entführt, setzt es dort wieder ab. Und für die chemischen Bestandtheile, welche die Pflanze dem Boden entzieht, gibt sie ihm eine Menge mechanischer Gemengtheile. — Am reichlichsten werden in dieser Beziehung diejenigen Erdkrumen beschenkt, welche am Fuße von Bergen (aber nicht da, wo Bäche aus dem Gebirge hervortreten), oder an Flußufern oder an den sanften Gebirgsgehängen lagern, die die herrschenden Windströmungen auffangen. Denn diese Krumen empfangen Alles das, was das Wasser den oberen Gehängen der Gebirge entrissen, und was der Wind aus dem von ihm durchstrichenen Gebiete in die Höhe gehoben und mit sich fortgeführt hat. Die Veränderungen, welche man unter diesen Verhältnissen an Bodenarten bemerkt, sind hauptsächlich folgende:

1) Thonige oder lehmige Bodenarten, welche am Fuße von Kalkgebirgen lagern, erhalten mit jedem Regenstrome nicht bloß Gerölle und Steine, sondern auch Auflösungen vom Kalke zugeführt und werden hierdurch mit der Zeit mergelig oder kalkig. Am Fuße von Sandsteingebirgen werden sie dagegen sandig und in der Nähe von Gypsbergen mit Gyps versorgt. Dieselben Veränderungen erleiden diese Bodenarten, wenn sie an den Ufern von Gewässern liegen, welche aus Kalk- oder Sandsteingebirgen hervorkommen.

2) Ebenso werden sandige Bodenarten, welche am Fuße granitischer Bodenarten liegen, allmählig durch die Gebirgsbäche mit fruchtbarem Thon untermengt.

3) Sandige Bodenarten, welche einen undurchlässigen Untergrund haben und am Fuße oder unteren Abhange von Bergen lagern, deren Krume viel Eisenoxydul enthält, werden oft mit Raseneisenstein erfüllt. (Vgl. hierzu das, was früher von diesem Mineral mitgetheilt worden ist.) — Ebenso werden aber an Abhängen gelegene Ackerkrumen allmählig eisenschüssig, wenn der an den oberen Theilen eines Berges lagernde Boden viel mechanisch beigemengtes Eisenoxyd enthält.

4) Bodenarten, welche in Gebirgskesseln lagern, erhalten von den sie umgebenden Anhöhen nicht nur eine Menge mineralischer, sondern auch vegetabilischer Bestandtheile, wodurch ihre Krume immer fruchtbarer wird. Bestehen aber ihre Umgebun-

gen aus schwer zersetzbaren Gesteinen, so werden sie auch oft dick mit unfruchtbaren Steingeröllen bedeckt. Und ist unter sonst günstigen Verhältnissen ihr Untergrund undurchlässig und stark muldig, so daß das auf sie eindringende Wasser keinen rechten Abzug hat, so werden ihnen die zugeflutheten vegetabilischen Massen häufig verderblich, wie §. 181 unter 5 gezeigt worden ist.

5) Bodenarten werden an Lagerorten, wo periodische Ueberfluthungen von Gewässern Statt finden, mit thonigen, mergeligen, humösen ꝛc. Gemengtheilen versorgt und hierdurch allmählig sehr fruchtbar. (Fluß- und Meeresmarschboden, (vgl. §. 228.)

6) Kalkige und sandige Bodenarten, gegen welche der herrschende Wind hinfluthet, erhalten durch diesen im Zeitverlauf so viel thonigen Staub zugeführt, daß sie sich in ihrer Beschaffenheit dem thonigen Mergel- und Sandboden nähern. Ebenso erhalten dieselben eine Menge Pflanzenabfälle — frische und halb verweste — vom Winde, wodurch sie allmählig humös werden.

§. 183.

Außer dem Verschwinden und Hinzutreten von Gemengtheilen kann auch eine Erdkrume dadurch mannichfache Veränderungen erleiden, daß ihre Gemengtheile chemisch oder mechanisch umgewandelt werden. Die Hauptveränderungen, die in dieser Beziehung stattfinden können und die vorzüglich durch den Einfluß der atmosphärischen Luft oder von Säuren hervorgerufen werden, treffen vorzüglich die einer Bodenmasse beigemengten Steine, Eisenoxydationen und organischen Substanzen.

1) Was die Umwandlungen der einer Krume beigemengten Steinreste betrifft, so bestehen diese darin, daß die noch weiter zersetzbaren Steine allmählig in wirkliche Erdkrume, die unverwitterbaren dagegen — z. B. Quarzgerölle — durch mechanische Zerkleinerung in Sand umgewandelt werden. Daß für diese Umwandlungen ein warmer, luftiger und feuchter Boden am geeignetsten ist, wurde im ersten Abschnitte gezeigt.

2) Auf welche Weise die Eisenorydationen eines Bodens umgewandelt werden können, ist bereits im ersten Abschnitte, da, wo vom Eisen gesprochen wurde, untersucht worden. Es bedarf daher dieser Gegenstand nur folgender Andeutungen:

a. Das in den tieferen Lagen einer Krume etwa vorhandene Eisenoxydul wird durch tieferes Umarbeiten oder Auflockern dieser Krume mit der äußeren Luft in Berührung gebracht und hier durch Anziehung vom Sauerstoff allmählig höher orydirt und in Orydhydrat oder Oryd umgewandelt. — Sind Säuren in einer solchen Krume vorhanden, so bilden diese zuerst mit dem in dem Untergrunde vorhandenen Eisenoxydul lösliche Salze, z. B. humussaures, kohlensaures, schwefel- und phosphorsaures Eisenoxydul. Wird nun bei anhaltend heißer Witterung die Oberkrume ausgedörrt und hierdurch genöthigt, das im Untergrunde vorhandene Bodenwasser an sich zu ziehen, so bringt dieses die in ihm gelösten Eisenoxydulsalze mit in die Höhe. Ist nun die Oberkrume luftig, so wird hier das Orydul in Oryd umgewandelt und dadurch die größte Menge dieser Salze zerstört. Vorzüglich befördert wird diese Umwandlung des Oxyduls durch etwa in der Oberkrume vorhandenen Kalk (vergl. §. 55. b. 5.) und zwar nicht bloß dadurch, daß der letztere die Krume warm, locker und luftig erhält, sondern hauptsächlich durch seine große Verwandtschaft zu den meisten der Säuren, mit denen das Eisenoxydul verbunden ist und die er nun an sich zieht und so das Eisen frei und empfänglicher für eine höhere Orydation macht.

b. In einem gegen die Luft verschlossenen Boden, welcher sehr viel noch nicht ganz verweste Düngstoffe enthält, wird das etwa vorhandene Eisenoxyd dadurch reducirt und in Orydul umgewandelt, daß die vorhandenen Düngstoffe ihm seinen Sauerstoff entziehen, um verwesen zu können. (Hierüber, sowie über die Bildung von Sand- und Thoneisenknollen vergl. §. 64.)

3) Auch über die Veränderungen, welche die organischen Stoffe fortwährend in einem Boden erleiden, bedarf es hier wohl

kaum einer Andeutung, da derselben schon hinlänglich in den §§. 16 bis 22 gedacht worden ist. Nur das sei hier nochmals erwähnt, daß alle organischen Stoffe in einem mergeligen, kalkthonigen, lehmigen — überhaupt in einem mäßig feuchten, lockern und warmen Boden die normalen Veränderungen erleiden, die am genannten Orte erklärt worden sind; in einem thonigen, an Eisenoxydul reichen, nassen, kalten, gegen die Luft verschlossenen — oder in einem stark sandigen, kalkigen, schattenlosen Boden aber abnorm umgewandelt werden oder ganz unzersetzt bleiben. Folgende Beispiele mögen dies bestätigen:

a. In einem Boden, welcher periodenweise unter Wasser steht, werden die organischen Stoffe an ihrer vollständigen Zersetzung gehindert und in Moor- oder Torferde umgewandelt. Dasselbe geschieht auch in thonigen Bodenarten, welche eine muldenförmige, undurchlässige Unterlage besitzen.

b. Wenn aber ein Moorerde haltiger, nasser Boden durch Menschenhülfe oder anhaltende Sommerhitze sein überflüssiges Wasser verliert, oder wenn ihm Substanzen beigemengt werden, welche einerseits seine Krume locker und für Wärme und Luftzutritt empfänglich machen — z. B. Sand —, andererseits ätzend auf seine halb verwesten organischen Stoffe einwirken — z. B. Kalkgerölle —; dann wird seine Moorerde (saurer Humus) allmählig in wahren Humus umgewandelt.

c. Wenn ein freiliegender Sand-, Kalk- oder an Eisenoxyd reicher Lehmboden seiner ihn schützenden Wälder beraubt wird, so hört alle Humusbildung auf, weil dann die zur Verwesung organischer Massen nöthige Feuchtigkeit fehlt. Statt eines wahren Humus wird jetzt nur sogenanntes Holzmehl (Wachs- oder Harzhumus z. Th.) gebildet.

d. Eben so kann die Humusbildung gestört werden, wenn einem Boden von seiner Umgebung oder aus seinem Untergrunde (z. B. durch tiefes Umackern) viel Eisenoxydul zugeführt wird; denn dasselbe nimmt den verwesenden Massen allen Sauerstoff weg.

e. In einem bindigen Boden, welcher lange nicht bebaut worden ist und sich in Folge von Regen, Ueberfluthungen oder Schneedruck gegen die Luft ganz abgeschlossen hat, bleiben die Düngstoffe entweder ganz unzersetzt oder sie überziehen sich mit einer weißen Modermasse. Sobald derselbe aber umgearbeitet wird, tritt auch die normale Zersetzung dieser Düngstoffe ein.

§. 184.

Welche Veränderungen an den Nebenbestandtheilen eines Bodens, d. h. an den in ihm vorhandenen Säuren und Salzen, stattfinden können, ist bei der Beschreibung dieser Bodentheile (§. 70 bis §. 122) schon auseinander gesetzt worden. Sie bedürfen daher hier weiter keiner Erwähnung. Es sind indessen in jenen §§. nur die am meisten vorkommenden und in die Augen fallenden Umwandlungen angedeutet worden, da es wenigstens jetzt noch unmöglich sein würde, alle diese Veränderungen, wie sie entweder gleichzeitig oder nach und nach eine aus der andern hervortreten, zu beschreiben: einerseits, weil noch nicht alle Stoffe, Kräfte und Prozesse bekannt sind, die im finstern Schoße der Erdkrume einwirken, andererseits, weil die meisten dieser Salzumwandlungen nicht nach einander, sondern fast gleichzeitig mit einander eintreten, so daß mit der Zersetzung des einen Stoffes zugleich die Entstehung eines zweiten und mit der Bildung dieses zweiten die Umwandlung eines dritten, vierten ꝛc. bedingt wird. Es enthält z. B. eine nasse gegen die Luft verschlossene Thonkrume viel organische Düngstoffe, die aber wegen Mangel an gehöriger Luft und Wärme nicht verwesen können, und außerdem eine namhafte Menge schwefelsauren Eisenoxyduls. Nun wird die Krume umgearbeitet und ihr gehörig kohlensaurer Kalk zugesetzt. Augenblicklich fast treten eine Menge chemischer Umwandlungsprozesse ein. Die Krume wird locker, warm, verdunstet ihr überflüssiges Wasser; der kohlensaure Kalk entzieht dem Oxydul die Schwefelsäure und giebt ihm dafür seine Kohlensäure, so daß zu gleicher Zeit schwefelsaurer Kalk und kohlensaures Eisenoxydul entstehen. Aber während dies geschieht, dringt atmosphärische Luft in den Boden und verwandelt einerseits die organischen Stoffe in Humus, andererseits das Eisenoxydul in Eisenoxyd. Gleich beginnen wieder neue Reihen chemischer Umwandlungen: das Eisenoxyd läßt seine eben erst vom Kalk erhaltene Kohlensäure wieder fahren und wandelt sich durch Anziehung von Humussäure in humussaures Eisenoxyd um, und das aus dem Humus sich entwickelnde kohlensaure Ammoniak entzieht dem gleich anfangs entstandenen schwefelsauren Kalk seine Schwefelsäure, und wandelt ihn dafür wieder in unlöslichen kohlensauren Kalk um.

Entwickelt sich nun aus dem verwesenden Dünger auch noch Salpetersäure, so wird aus dem kohlensauren Kalke wieder salpetersaurer, und wieder tritt eine neue Reihe von Umwandlungen in's Leben. Und so geht es nun unaufhörlich fort mit dem Kochen, Destilliren, Filtriren, Zersetzen und Verbinden der einzelnen Stoffe im Schoße der Erdkrume, bis am Ende die in ihr wurzelnde Pflanze den für sie gefüllten Nahrungsspeicher ausleert und dafür beim Absterben ihren hinfälligen Körper hinterläßt, durch welchen nun wieder das chemische Treiben und Drängen der Erdstoffe von Neuem erwacht. Was aber die Pflanze schon während ihres Lebens dem Boden anvertraut und welche Veränderungen durch diese heimlich abgegebenen Stoffe in der mütterlichen Krume vor sich gehen, das weiß der Mensch noch nicht, das kann er mittelst künstlicher, der Natur meist weit nachstehender Versuche nur ahnen! — Aber auch abgesehen von diesem verborgenen Treiben chemischer Kräfte und Stoffe im Bodenschoße ist man doch nicht im Stande, die chemischen Veränderungen der Erdkrume Schritt vor Schritt zu verfolgen; denn es wirken auch noch in jedem Augenblicke von außen her der Potenzen zu viele auf die Erdkrume ein: der nächtliche Thau, der Regen und Schnee in seiner verschiedensten Form und mit der großen Menge seiner in ihm gelöst befindlichen Stoffe, die Luftströmungen mit ihren Staubwehen, der Tag und die Nacht, des Sommers Hitze und des Winters Kälte, das Thier und die Pflanze: — sie alle wirken fast in jedem Augenblicke verändernd auf die Erdkrume und ihren Salzgehalt ein und machen es selbst dem unermüdlichsten Forscher unmöglich, die sämmtlichen Früchte ihrer vereinten Wirksamkeit zu erlauschen. Er kann daher nur ganz im Allgemeinen behaupten, daß

1) in einem Boden um so mehr Veränderungen vor sich gehen, je verschiedenartiger und verhältnißmäßiger sein Krumengemenge ist, da alsdann nicht nur um so mehr chemischer Verwandtschaften rege gemacht werden, sondern auch die Gesammtthätigkeit der Atmosphärilien geregelt wird. Der humöse Mergel- und Lehmboden beweisen dies sattsam.

2) umgekehrt in einem Boden um so weniger Umwandlungen stattfinden, je gleichartiger und unverhältnißmäßiger sein Krumengemenge erscheint, weil hiermit entweder ein Mangel an

den für chemische Prozesse so wichtigen Alkalien oder ein unverhältnißmäßig starkes Einwirken des einen oder andern Atmosphärenstoffes verbunden ist. — Die Sand-, Thon-, Kalk- oder reine Humuskrume zeigen dies deutlich genug;

3) überhaupt in einem

lockern,	festen,
warmen,	kalten,
feuchten,	nassen,
Luft aufsaugenden,	gegen die Luft verschlossenen,
Alkalien und alkalische Erde haltigen,	an Alkalien, alkalischen Erden und verwesenden Organismenresten armen Boden
an verwesenden Organismenresten reichen Boden	
die meisten und vortheilhaftesten Umwandlungen	die wenigsten und nachtheiligsten Umwandlungen

vor sich gehen.

E. Verhältnisse des Bodens zur Pflanze.

§. 185.

Die Pflanze braucht zu ihrem Gedeihen nicht nur eine bestimmte Menge von Nahrungsmitteln, Feuchtigkeit und Wärme, sondern auch eine Wohnstätte, in welcher sie sich behaglich einrichten und gegen alle ihr feindselig entgegentretenden Einflüsse schützen kann. Die Atmosphäre und das Wasser nun — welche die allgemeinsten Pflanzenumgebungsmittel bilden —, können ihr weder das Eine, noch das Andere stets in dem nöthigen Maße oder in der gehörigen Zeit darreichen, da diese beiden Medien einerseits nicht diejenigen Stoffe alle besitzen, welche namentlich die höheren Gewächse zu ihrer vollständigen Entwickelung brauchen, und andererseits sich in einer steten, oft sogar stürmischen Bewegung befinden, durch welche nicht nur ihr Wärme- und Feuchtigkeitszustand zu schnell verändert und eben dadurch häufig für das Pflanzenleben verderblich wird, sondern auch der Körper der Ge-

wächse seiner wichtigsten Gliedmaßen beraubt werden kann. — Aus diesem Grunde bedarf die Pflanze, vorzüglich die höher entwickelte, eines Mittels, welches

1) ihr einen sichern und ihren Körper gegen das Stürmen bewegter Atmosphärenmassen und das Wühlen drängender Wasserfluthen schützenden und festigenden Wohnsitz gewährt;
2) die Temperatur und Feuchtigkeitszustände so herstellt, wie sie ihrer Natur angemessen sind;
3) die für sie nöthigen Nahrungsmittel in dem Maße und in der Art theils von außen her in sich ansammelt, theils in sich selbst zubereitet und darreicht, wie sie es braucht.

Ein solches Mittel nun wird der Pflanze in dem Erdboden dargeboten. Dieser steht demnach in einer dreifachen Beziehung zum Pflanzenleben. Er soll

a. der sichernde und stützende Wohnsitz,
b. der Klimavermittler und
c. der Nahrungsspender desselben

sein.

a. Der Erdboden als Wohnsitz der Pflanze.

§. 186.

Soll eine Pflanze den gegen sie anstürmenden, feindlichen Elementen trotzen und ihnen kräftig widerstehen, muß ihre Wurzel nicht nur normal ausgebildet sein, sondern auch den Raum haben, in welchem sie sich recken kann, und das Stützmittel besitzen, an welches sie sich fest und innig anzuklammern vermag. Beides sucht sie in der sie bergenden Erdkrume. Diese muß demnach hierzu besondere Eigenschaften besitzen, welche theils in der physikalischen Beschaffenheit der einzelnen Krumenbestandtheile, theils in der Mächtigkeit der ganzen Krumenmasse beruhen.

§. 187.

Unter den im I. Abschnitte beschriebenen Bodengemengtheilen sind nur der Quarzsand und der Thon sehr wenig oder gar nicht löslich durch das Wasser oder die im Boden vorkommenden Säuren; alle übrigen dagegen, so der kohlensaure Kalk, das Eisen und die organischen

Stoffe erscheinen durch irgend eine im Boden vorhandene Flüssigkeit auflöslich. Was aber auflöslich ist, kann für die Pflanzen keinen sicheren und bleibenden Stützpunkt abgeben; soll daher ein Boden den Gewächsen ein Schützmittel sein, so darf er nicht aus lauter, bald oder doch mit der Zeit, löslichen Stoffen bestehen, sondern muß die bei= den oben genannten unlöslichen Gemengtheile besitzen. Man findet darum auch in der Natur keinen fruchtbaren Boden, welcher dieselben nicht besäße. Sie können deßhalb als die Universal=Gemengtheile und als diejenigen Theile des Bodens betrachtet werden, durch welche der letztere allein befähigt wird, Pflanzen gegen die Stürme der Natur zu stützen. — Ob aber jeder derselben für sich allein schon ein solches Pflanzenstützmittel abgeben kann, das lehrt eine Betrachtung seiner physikalischen Eigenschaften:

1) Der Quarzsand besitzt nicht die geringste Cohärenz seiner ein= zelnen Körner; lose und ohne alle Bindung bilden sie ein von jedem Windzuge und jeder Wasserfluth bewegliches Gemenge. In einer nur allein oder vorherrschend aus ihm bestehenden Krume kann daher die Pflanze wohl ungehindert ihre Wurzeln ausbreiten nach allen Richtungen, aber sich mit ihnen festzuhal= ten und so gegen Stürme zu sichern, vermag sie nicht; starke Luftbewegungen werfen sie um, Wassergüsse fluthen sie fort und des Frostes dehnende Kraft hebt sie aus ihrem lockeren Stand= orte in die Höhe. Nur dann, wenn sie weit sich ausbreitende, horizontal nach allen Seiten hin verlaufende Wurzelzweige, oder tief in das Bodeninnere sich einwühlende Pfahlwurzeln treibt, vermag sie diese ungünstigen Standortsverhältnisse zu besiegen.

2) Der Thon besitzt das zu viel, was der Quarzsand zu wenig hat. Die Bindigkeit seiner Theile ist so groß, daß nur Ge= wächse mit starken, namentlich senkrecht in die Tiefe steigenden Wurzeln sein Krumengemenge zu durchdringen vermögen. Er setzt also der normalen Ausbreitung der Pflanzenwurzeln eine nur schwer zu besiegende Schranke entgegen und wird schon deßhalb einen schlechten Stützpunkt für die Pflanzen abgeben. Rechnet man noch dazu, daß beim Austrocknen die Theile des Thons sich so fest zusammenziehen, daß seine ganze Masse in

Stücken und feste Klöße zerberstet, wodurch einerseits die Pflanzenwurzeln fest eingeklemmt und andererseits zerrissen werden, bei starker Näsfe dagegen sein Krumengemenge so schlammig wird, daß (vorzüglich bei Seichtgründigkeit) die Pflanzenwurzeln allen Haftpunkt verlieren und faulig werden, beim Froste endlich die Pflanzen auswintern, so wird man sicher den reinen Thon für einen ebenso schlechten Stützpunkt der Gewächse halten als den Quarzsand und nur allenfalls geeignet finden zum Standort für Pflanzen, welche starke, senkrecht niedersteigende, wenig Seitenäste treibende Wurzeln haben.

Ganz anders zeigen sich dagegen diese beiden Hauptbodengemengtheile, wenn sie in verhältnißmäßiger und inniger Vermischung ein Krumengemenge zusammensetzen, wie man es im Lehm bemerkt. Locker ohne lose zu sein, bindig ohne Zähigkeit, mürbe bei der Näsfe und Trockenheit lassen sie die Pflanzenwurzeln ihr Gemenge ungehindert durchziehen und sich mit deren Zasern fest umstricken, so daß weder des Orkanes, noch der Fluthen Gewalt sie zu entwurzeln vermag.

Statt des Sandes bedient sich die Natur auch anderer Substanzen, welche durch ihre Wärmeansammlung im Stande sind, die Kälte und Näsfe und eben dadurch das zähe und allzu bindige Wesen des Thons zu vermindern, so des kohlensauren Kalkes, des Eisenoxyds und der humusartigen Materien. Aber alle diese Stoffe vermögen — obgleich sie anfangs in vieler Beziehung noch besser auf eine Thonkrume einwirken, als der Sand — doch für die Länge der Zeit eine Thonkrume nicht in gutem Zustande zu erhalten, da sie, wie schon gesagt, allmählig aufgelöst werden und aus dem Boden verschwinden können.

Aus der eben angestellten Untersuchung der physikalischen Eigenschaften der Krumengemengtheile ergiebt sich, daß ein Boden dann geeignet ist, eine gute Stütze und Haftstelle für Gewächse abzugeben, wenn seine Masse gerade so viel Lockerheit und Krümlichkeit besitzt, daß sich die Pflanzenwurzeln bequem zwischen ihren einzelnen Krumentheilchen umherwin-

den können, und eben nicht mehr Bindigkeit hat, als zur Festhaltung dieser Wurzeln nöthig ist.

§. 188.

Aber zu dieser günstigen Beschaffenheit des Bodengemenges muß auch eine gewisse Tiefgründigkeit der ganzen Bodenmasse kommen, wenn dieselbe ein in jeder Beziehung taugliches Schutzmittel für die Pflanze abgeben soll, da sich im entgegengesetzten Falle viele Pflanzenwurzeln nicht so recken und nach der Tiefe hin ausdehnen können, wie es ihre Natur verlangt. Hauptsächlich gilt dies für alle Gewächse mit Pfahl- und senkrecht niedersteigenden Büschelwurzeln. Finden diese nicht so viel Tiefe in einer Erdkrume, als sie zu ihrer naturgemäßen Ausbildung brauchen, so wandeln sie sich entweder in widernatürliche Horizontalwurzeln um, wodurch einerseits die oberirdische Pflanze leidet und andererseits der feste Stand des ganzen Gewächses untergraben wird, oder sie verkümmern ganz und gar, auch wenn die flache Krume so reich an Nahrstoffen wäre, daß sie keine Noth zu leiden brauchten.

In diesen Verhältnissen liegt ein Hauptgrund, daß ein und derselbe Boden bei sonst ganz gleichen Fruchtbarkeitsverhältnissen, aber bei ungleicher Mächtigkeit seiner Masse nicht überall dieselben Gewächse in derselben Güte zu erhalten oder zu produciren vermag, und daß sich die Flora von einer Bodenart sehr häufig verschieden zeigt je nach ihrer Tiefgründigkeit. Wirft man einen Blick in die Natur, so wird man diesen Ausspruch überall bestätigt finden. Man wird auf einem flachgründigen Boden, wie er sich z. B. an den oberen Gehängen der Gebirge zeigt, im Allgemeinen Gewächse mit flach ziehenden, sich weit ausbreitenden Wurzeln bemerken, dagegen in einer tiefgründigen Krume, wie man sie z. B. auf den Plateaus niederer Berge oder noch besser an den untersten sanften Gehängen der Gebirge, in den Thälern und Ebenen antrifft, vorzüglich Pflanzen mit tief ziehenden Büschel- und Pfahlwurzeln finden. Einige Beispiele werden dies bestätigen:

1) Die gemeine Kiefer (Pinus sylvestris) findet sich wegen ihrer Pfahlwurzel am schönsten in dem tiefgründigen Boden der Ebenen

und Thäler. Aber sie zeigt sich auch noch in beträchtlichen Höhen auf Gebirgen, wenn sie daselbst eine tiefe Krume oder Felsspalten trifft, in denen sie ihre Wurzeln bequem ausstrecken kann. Ist dies Beides nicht der Fall, müssen ihre Pfahlwurzeln wegen seichten Bodens und festen felsigen Untergrundes sich horizontal ausbreiten, dann verkümmert sie und wird zum kriechenden Strauche (Pinus Mughus). Umgekehrt verhält es sich mit der Zwergkiefer (Pinus Mughus). Verpflanzt man diese als junge Pflanze in einen tiefen Boden, so heben sich allmählig ihre kriechenden Aeste in die Höhe und bilden einen aufrechten, aus mehreren Stämmen bestehenden Baum.

2) An den flachgründigen Berggehängen des Harzes findet man die Weißtanne (Abies pectinata) und Kiefer selten oder gar nicht, dagegen die Fichte (Abies excelsa, D e C.) mit ihren wagrecht ziehenden Wurzeln als vorherrschende Baumart. Auf den tiefgründigen Gehängen des Thüringer Waldes dagegen trifft man prächtige Bestände der Weißtanne und Kiefer.

3) Die Buche (Fagus sylvatica) hat flacher ziehende Wurzeln, als die Eichenarten; darum trifft man sie, obgleich sie empfindlicher gegen Witterungseinflüsse ist, als die letztgenannten Bäume, auf weit höheren Punkten der Gebirge, als diese. Und unter den Eichen selbst steigt die Steineiche (Qu. sessiliflora, S m.) mit ihrer flach ziehenden Wurzel höher in die Gebirge hinauf, als die Stieleiche (Qu. pedunculata, E h r h.) mit ihrer Pfahlwurzel.

4) Der weiße Bergklee (Trifolium montanum, L.) und die Esparsette (Hedysarum Onobrychis) gedeihen wegen ihrer flach ziehenden Wurzeln vortrefflich auf der seichten Krume der Kalkbergabhänge, während die Luzerne (Medicago sativa, L.) und der Wiesenklee (Trifolium pratense, L.) mit seiner mächtigen Pfahlwurzel nicht an diesen Orten gedeihen wollen.

5) Bringt man Gewächse mit flach ziehenden Wurzeln in einen tiefgründigen Boden, so wachsen sie, zumal bei großer Lockerheit dieses Bodens leicht auf Kosten der übrigen Pflanzenglieder zu sehr in die Wurzeln. (Der Verfasser fand bei Eisenach auf einem feuchten, sandigen Lehmlager eine 2 Fuß hohe, kümmerlich aussehende Fichtenpflanze, welche eine 4 Fuß lange, peitschenförmige Pfahlwurzel getrieben hatte.) — Umgekehrt findet man aber auch, daß Gewächse mit Pfahlwurzeln auf Kosten der Wurzelbildung zu stark zur Erzeugung großer und gefüllter Blüthen getrieben werden, wenn man sie in einen zu flachgründigen Boden versetzt. Die Zucht der Zierpflanzen — z. B. der gefüllten Veilchen und Levkoyen — liefert hierzu der Belege genug. (Vergl. hierzu §. 153.)

B e m e r k u n g e n. 1) Daß der Fehler der Flachgründigkeit für viele Gewächse verbessert oder noch vergrößert werden kann durch einen stark thonigen oder sandigen Gehalt, sowie durch die Neigung

des Bodens gegen den Horizont bedarf wohl kaum einer Erwähnung.

2) Welchen Werth die Tiefgründigkeit einer Krume auf die Ernährungsfähigkeit derselben hat, ist §. 153 ff. schon zum Theil erwähnt worden und wird später noch mehr besprochen werden.

3) Zum Schlusse bemerkt der Verfasser noch, daß man wohl bis jetzt bei der Betrachtung der geographischen Verbreitung oder bei der Angabe der eine Bodenart bezeichnenden Gewächse vielleicht zu viel Einfluß den klimatischen Verhältnissen und der chemischen Beschaffenheit und zu wenig Macht der eben beschriebenen Eigenschaft des Bodens zuertheilt hat. Er glaubt überhaupt, daß es durchaus nothwendig sei, bei der Beurtheilung des Standortes, der Bodengüte und der Lebensweise eines Gewächses mehr auf dessen Wurzelbau Rücksicht zu nehmen.

---

b. Der Boden als Klima-Vermittler.

§. 189.

Wenn man auch noch nicht mit aller Bestimmtheit angeben kann, wie viel Wärme und Feuchtigkeit eine jede Pflanze in den einzelnen Perioden ihres Lebens zu ihrem Gedeihen braucht, so weiß man doch so viel, daß im Allgemeinen die meisten Gewächse einer gewissen Menge dieser beiden Potenzen während ihres Lebenssommers nicht entbehren können und daß dem Pflanzenleben nichts nachtheiliger ist, als ein zu plötzlicher Wechsel von starker Wärme und Kühle, von großer Trockenheit und Näße, oder eine zu lang anhaltende Witterung von einer und derselben Beschaffenheit besonders zu einer Jahreszeit, wo die Pflanzenorgane in der größten Thätigkeit mit der Umwandlung der rohen Nahrungsstoffe und der Erzeugung neuer Organe begriffen sind. Wäre nun die Pflanze bloß auf die Temperatur- und Witterungszustände hingewiesen, welche durch das Sonnenlicht und die Atmosphäre zubereitet und dargeboten werden, so würde ihr bald zu viel, bald zu wenig und wohl nie das richtige Maß von Wärme und Feuchtigkeit dargeboten werden, was sie entweder für ihr Bestehen im Allgemeinen oder für die einzelnen Perioden ihres Lebens nothwendig braucht. Sie bedarf darum auch in dieser Beziehung einer Vermittelung, welche das Zuviel oder Zuwenig, das Zustark oder Zugering der klimatischen Verhältnisse ausgleicht oder doch so darstellt, daß keins von beiden ihrer Gesundheit schadet.

§. 190.

Der Boden, welcher die Pflanze festigt gegen die stürmende Atmosphäre, soll auch in dieser Beziehung ihr Beschützer sein und ihr nicht nur das gebührende Maß von Wärme und Feuchtigkeit verschaffen, sondern auch den Uebergang von der Sonnenhitze zur grellen Frostkälte, von der Trockenheit zur Nässe unschädlich machen. Das Vermögen zu diesem Vermittelungsamt entspringt aus der Stärke seiner Wärmeentwicklung, Wärmehaltung und Hygroscopizität: *je stärker diese Eigenschaften in ihm hervortreten und je inniger sie mit einander verbunden sind, desto besser wird er die Pflanze schützen gegen ungünstige Witterungseinflüsse.* Denn besitzt eine Erdkrume das Vermögen, Wärme in sich zu entwickeln und dieselbe auch zusammenzuhalten, so macht sie dadurch nicht nur die Kälte, sondern auch die allzugroße Nässe der Atmosphäre unschädlich, woher es denn kommt, daß eine solche Krume einerseits selbst in harten Wintern oder rauhen Lagen nie tief vom Froste durchzogen und andererseits selbst in nassen Jahren nie sumpfig und schlammig wird. Hat nun eine solche Erdkrume auch noch das Vermögen, gehörig Feuchtigkeit an sich zu ziehen, so wird sie durch die Einwirkung der Wärme nie ganz ausgetrocknet werden, da sie die Feuchtigkeit, welche ihr durch die Wärme des Tages entzogen wird, jederzeit des Nachts wieder durch ihr Ansaugevermögen ersetzt; ja, es wird diese fort und fort sich erneuernde Feuchtigkeit die vielleicht zu starke Bodenwärme so herabdrücken, daß sie während der kalten Jahreszeit die in der Erdkrume wurzelnden Gewächse nicht zu voreiliger Lebensthätigkeit anreizen und hierdurch um so empfindlicher gegen die Kälte machen kann.

§. 191.

Die Wärmehaltung und Hygroscopizität eines Bodens hängt nun theils von seiner Mächtigkeit, theils von der physikalischen Beschaffenheit seiner Gemengtheile ab. — Was in dieser Beziehung seine Mächtigkeit vermag, so ist bereits im §. 153 unter 2 und 3 gezeigt worden, daß ein tiefgründiger Boden unter sonst gleichen Verhältnissen sich weit gleichmäßiger feucht und warm erhält, als ein flachgründiger. Und welchen Einfluß die physikalische Beschaffenheit der Krumengemeng-

theile hierbei hat, das ist ebenfalls schon da gezeigt worden, wo von dem Verhalten der Erdkrume gegen die Wärme (§. 143 u. ff.) und der Hygroscopizität des Bodens (§. 134 ff.) gehandelt wurde. Nach dem dort Mitgetheilten wird man im Allgemeinen finden, daß unter sonst gleichen Verhältnissen

	in der Wärmehaltung,	in der Hygroscopizität aber
der Quarzsand .	die 1te und oberste,	die 7te und unterste Stelle
das Eisenoxyd .	die 2te " "	die 6te " " "
der kohlensaure Kalk	die 3te " "	die 5te " " "
der Lehm und Mergel	die 4te " "	die 4te " " "
der Thon . . .	die 5te " "	die 3te " " "
der kohlensaure Talk	die 6te " "	die 2te " " "
der Humus . .	die 7te und unterste,	die 1te und oberste Stelle

einnimmt, und daß der Humus nur dadurch sein äußerst schlechtes Wärmehaltungsvermögen wieder gut macht, daß er durch die in ihm fortwährend Statt findenden chemischen Prozesse selbst viel Wärme entwickelt.

Aus diesen Ergebnissen folgt, daß bei sonst gleichen Verhältnissen:

1) unter den genannten Krumengemengtheilen nur der Lehm und Mergel einen Boden bilden können, welcher im Stande ist, die Witterungsverhältnisse im richtigen Maße zu vermitteln; jeder andere Gemengtheil dagegen nur dann eine gute Vermittelungskrume darstellt, wenn er mit einem Bodenbestandtheile, welcher gerade die entgegengesetzten Eigenschaften von ihm besitzt, im rechten Maße verbunden ist, — z. B. Sand oder Kalk mit Thon oder Humus, also
2) überhaupt ein nicht zu lockerer, mürber, feinkrumiger Boden von etwas dunkler Färbung, besonders bei einer angemessenen Tiefgründigkeit, als der beste Vermittler der Witterung erscheint.

Bemerkung. Die Erfahrung lehrt, daß schon ein geringer Zusatz von einem Bodenverbesserungsmittel ausreicht, zumal wenn es so gleichmäßig wie möglich der herrschenden Erdkrume beigemengt wird, um diese zu verbessern. Vorzüglich gilt dies vom kohlensauren Kalke, wenn er zur Verbesserung einer Thonkrume angewendet wird.

§. 192.

Es kann indessen auch eine an sich zur Klima-Vermittelung ungeeignete Ackerkrume dieses Vermittelungsgeschäft recht gut übernehmen und vollführen, sobald sie nur einen guten Untergrund oder eine geeignete Bodendecke hat. Wie in dieser Beziehung für einen sandigen oder kalkigen Boden eine thonige Unterlage oder eine Decke von Pflanzenabwürfen oder verwitternden Thon bildenden Steinbrocken günstig einwirkt; oder auf welche Weise eine stark thonige oder vorherrschend humose Ackerkruue durch einen sandigen oder kalkigen Untergrund oder durch eine aus Kalk- oder dunkelgefärbten Steingeröllen (Basalt) bestehender Bodendecke wesentlich verbessert werden kann, ist früher da, wo von der Bodensohle (§. 158 b. 2. und §. 160) und der Bodendecke (§. 162) die Rede war, erörtert worden. Ebenso lehrt auch das früher über die weitere Umgebung eines Bodens Mitgetheilte, wie eine Krume durch ihre Neigung gegen den Horizont oder gegen die Weltgegenden oder durch ihr Bodengebiet bald zum guten, bald zum schlechten Witterungsvermittler werden kann.

Zusätze. Unger (über den Einfluß des Bodens auf die Vegetation S. 172 ff.), Hundeshagen, Sprengel u. m. a. haben in ihren Werken viele Pflanzen aufgeführt, welche irgend einen Bodenbestandtheil charakterisiren sollen. Das Merkwürdigste bei diesen Angaben ist nun, daß der Eine Pflanzen als bezeichnend für den Kalkgehalt eines Bodens nennt, die nach dem Anderen den Lehm oder Thongehalt einer Krume charakterisiren sollen. So, um nur ein Beispiel hervorzuheben, nennen Unger und Sprengel die Klette (Arctium Lappa), den Huflattich (Tussilago Farfara), die Knollenblatterbse (Lathyrus tuberosus) bezeichnend für den Thonboden, während Schulze (in seiner Agrikulturchemie) und wieder Sprengel (im Widerspruche mit sich selbst) den Huflattich und die Klette als charakteristisch für den Kalkgehalt des Mergelbodens hinstellen, und Hundeshagen die Lathyrus tuberosus dem Kalkboden zuertheilt. — Dies Verschiedenartige in den Angaben sogenannter Bodencharakterpflanzen veranlaßte den Verfasser zur chemischen Untersuchung nicht bloß des Bodenbestandes, sondern auch der Aschenbestandtheile mehrerer solcher als bezeichnend geltender Pflanzen, die er in der Umgegend Eisenachs auf den verschiedensten Bodenarten fand. Unter den untersuchten Pflanzen nennt er hier namentlich folgende, wegen ihrer Häufigkeit am meisten hervortretende: Anthericum Liliago, Cynanchum Vincedoxicum, Euphorbia cyparissias, Leontodon Taraxaci. Nach Unger sollen diese zu den die Kalkformation am bezeichnendsten Pflanzen gehören. Der Verfas-

ser aber fand sie bei Eisenach nicht nur auf Kalkboden, sondern auch auf 15 Proz. Eisenoxyd haltendem, sandigem, keine Spur von Kalk besitzendem, Lehmboden des Rothliegenden. Bei der Untersuchung des Aschengehaltes dieser Gewächse fand es sich, daß unter den vom Kalkboden entlehnten Exemplaren gerade die kräftigsten gewöhnlich die geringste (oder auch keine) Kalkerde-Quantität besaßen. Diese Resultate brachten den Verfasser auf den Gedanken, daß verschiedenartige Krumen, welche den in ihnen wachsenden Pflanzen einerlei Quantitäten Wärme und Feuchtigkeit gewähren können, im Stande sind, sich sehr häufig in ihrem Pflanzenproductionsvermögen einander zu nähern oder gar gleich zu kommen. Diese und ähnliche Resultate, welche der Verfasser bei der Untersuchung des Aschengehaltes von sogenannten Kalk liebenden Gewächsen erhielt, leiteten ihn zu der Ansicht, daß viele auf dem Kalkboden vorkommende Pflanzen nicht sowohl wegen der sie ernähren sollenden Kalkerde, als vielmehr wegen des daselbst herrschenden Wärme- und Feuchtigkeitquantums auf dieser Bodenart wachsen, und daß eben deshalb auch diese Gewächse auf jeder anderen Bodenart gedeihen könnten, wenn dieselbe ihnen eine ebenso große Wärme- und Feuchtigkeitssumme, wie jener Boden, darböte. Versuche, die der Verfasser zur Berichtigung dieser Ansicht seit einer Reihe von Jahren mit einem 15 Proz. Eisenoxyd haltigen Lehmboden und einem 24 Proz. kohlensauren Kalk und 8 Proz. abschlämmbaren Sandes haltigen Kalkboden, welcher gleiche südwestliche Lage, gleiche Neigung gegen den Horizont (20°), gleiche Mächtigkeit (8″) und gleiche Kulturstufe mit jenem hatte, anstellte, bestätigten nicht nur seine oben ausgesprochene Ansicht, sondern führten ihn auch zu dem allgemeinen Schluß, daß überhaupt nicht immer die ernährende Kraft, sondern in vielen Fällen auch ein bestimmtes Maß von Wärme und Feuchtigkeit einer Bodenart das Vorkommen und Gedeihen einer Pflanzenart bedingt, und daß man mithin nicht immer aus dem Vorkommen einer Pflanze auf das Dasein irgend eines sie ernährenden Bestandtheils in dem sie tragenden Boden schließen dürfe. Sehr wünschenswerth wäre es, wenn recht viel Versuche über diesen Gegenstand angestellt würden.

---

c. Der Boden als Ernährer der Pflanze.

§. 193.

Die Hauptnahrungsstoffe der Pflanze müssen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff und außerdem Schwefel und Phosphor sein; denn die vier ersten dieser Elemente bil-

den die Hauptmasse des Pflanzenkörpers: die Pflanzenfaser oder Zellenhaut und die beiden letzten Stoffe finden sich im Verbande mit diesen vier Elementen im Kleber und Eiweißkörper der Pflanzensamen. Da aber keiner dieser Stoffe für sich vom Wasser aufgelöst werden kann, was doch nothwendig ist, wenn er von der öffnungslosen Zelle, dem Haupternährungsorgane der Pflanze, aufgesogen und assimilirt werden soll, so müssen dieselben den Gewächsen unter einer Form dargeboten werden, welche sie auflöslich macht. Dies ist nun der Fall, wenn

der Sauerstoff und Wasserstoff als Wasser selbst,
der Kohlenstoff als Kohlensäure,
der Stickstoff als Salpetersäure und als Ammoniak,
der Schwefel und Phosphor als Schwefel- und Phosphorsäure
oder als Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas auftreten.

Wasser, Kohlensäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure und Ammoniak — lauter Stoffe, wie sie durch den Verbrennungs- und Athmungsprozeß, durch den Fäulniß- und Verwesungsprozeß unerschöpflich erzeugt werden — sind also die einfachen Mittel, deren sich die Natur bedient, um die zahllosen Formen und Arten der Pflanzenwelt zu erzeugen und zu erhalten, welche die Oberfläche des Erdkörpers bedeckt und für das Thierleben zugänglich macht. — Aber nur im harmonischen Verbande mit einander und nur in ihren wässerigen Auflösungen vermögen sie die Aufgabe ihres Ernährungsgeschäftes zu lösen. Ist dieses nicht der Fall, wirkt eins allein oder doch im Uebermaße vor den übrigen, dann gefährtet es auch den Normalzustand seiner Pfleglinge; denn mit Ausnahme des Wassers ist jedes derselben eine Säure und das Ammoniak sogar ein ätzendes Alkali.

§. 194.

Außer diesen Pflanzennahrstoffen findet man bei der Zerlegung des Pflanzenkörpers mittelst des Verbrennungsprozesses (wie schon §. 10 und §. 12 gezeigt worden ist) stets noch eine größere oder geringere Menge nicht verflüchtbarer, unter Aschenform zurückbleibender Stoffe, die sich nach ihren chemischen Eigenschaften als Salze (d. i. als Verbindungen von Säuren mit Metallerden oder Salzbasen) offenbaren. Diese Salze, welche ebenfalls nur in einer auflöslichen

Form in das Innere der vegetabilischen Zelle gelangen können und deren wichtigere bei den Nebenbestandtheilen des Bodens ausführlicher beschrieben worden sind, haben einen unberechenbaren Werth für das Wohlbefinden des Pflanzenkörpers und müssen hauptsächlich vermöge ihrer Basis dazu dienen,

1) um Säuren in das Innere des Pflanzenkörpers zu schaffen, welche entweder unmittelbar zur Ernährung verbraucht werden können — so die Kohlen- und Kieselsäure — oder durch ihre Zerlegung der Pflanze ein zur Producirung von gewissen Substanzen nothwendiges Mittel darreichen, — so die Phosphorsäure zur Bildung von Phosphor, die Schwefelsäure zur Erzeugung von Schwefel, die Salpetersäure zur Darstellung von Stickstoff, welche Stoffe sämmtlich die Pflanze nun zur Gewinnung von Kleber und Eiweiß verwendet;

2) um sowohl die im Pflanzeninnern, als auch im Boden vorhandenen überschüssigen und dadurch vielleicht die Gesundheit der Pflanze bedrohenden Säuren zu neutralisiren. Dies gilt hauptsächlich von der Kohlensäure, welche die Gewächse nicht nur aus dem Boden auffaugen, sondern auch aus der Atmosphäre einathmen, und der Humussäure. Wer die Gewächse eines an Säuren reichen und an Salzbasen armen Bodens vor und nach einer Düngung mit gebranntem Kalke betrachtet, wird gewiß diesen mächtigen Einfluß der Salzbasen nicht in Abrede stellen.

   Bemerkung. Der Verfasser trieb eine Hyacinthenzwiebel in Sumpfschlamm und erhielt eine dürftige, bleich aussehende Pflanze. Als er sie nun aus diesem Schlamme herausnahm und in ein sogenanntes Treibglas setzte, welches mit stark verdünntem Kalkwasser versehen war, erholte sie sich zusehends und trieb später fünf üppige Blüthentrauben, die aber leider keinen Geruch hatten. Aehnlich erging es ihm mit Levkojen.

3) um die von der Kohlensäure, dem Wasserstoffe, Stickstoffe, Schwefel und Phosphor gebildeten, weichen Substanzen fest und kräftig zu machen. Auch diesen Einfluß der Salzbasen kann Niemand ableugnen, wer junge Holzpflanzen betrachtet, die in einem an Salzen armen Boden erzogen und später mit Kalk gedüngt wurden. Die Eichen Nordamerikas haben in ihrem an Humus überreichen, aber an Salzen armen Boden

nie das kräftige, feste Holz, welches diese Bäume in Deutschlands salzreichem Lehmboden zeigen;

4) um selbst die Pflanzen zu ernähren, so das kräftige, Stickstoff und Wasserstoff spendende Ammoniak;

5) um die Pflanzenorgane vermöge ihrer ätzenden, immer nach Wasser begierigen Natur zu erhöhter Lebensthätigkeit anzureizen.

Die Salze sind demnach das Mittel, dessen sich die Natur bedient, um das Wirken der eigentlichen Nahrungsstoffe zu reguliren und den Produkten derselben den Grad von Vollkommenheit zu geben, dessen sie bedürfen, wenn die Pflanze ihre normale Ausbildung erhalten soll. — Doch auch sie können trotz ihres unendlichen Werthes das Leben der Gewächse gefährten, wenn sie entweder in zu großer Menge, namentlich bei allzu geringer Feuchtigkeitswirkung, oder nicht in der Quantität auftreten, wie sie je eine Pflanze braucht.

Bemerkung. 1) Der so oft in Lehrbüchern der Agrikulturchemie ausgesprochene Satz: „eine Pflanze kann nicht leicht genug von dem oder jenem Salze erhalten" erhält nur dann seine volle Richtigkeit, wenn hinzugefügt wird: „wenn hinreichende Feuchtigkeit vorhanden ist." Denn die Erfahrung zeigt überall, daß die besten der Ernährungssalze — die Salze der Alkalien und alkalischen Erden — selbst in ganz mäßig verdichteten Auflösungen bald ätzend, bald überreizend auf den Pflanzenorganismus einwirken und ein Zusammenschrumpfen und Erstarren seiner Zellenmembranen herbeiführen. Am auffallendsten tritt diese Wirkung in trocknen Jahren selbst bei den sonst fruchtbarsten Bodenarten hervor. Kurze, vor der Zeit verholzende Triebe und allzu feste und deshalb die Keimkraft leicht verlierende Samen sind die Produkte vom Genuße übermäßig starker Salzauflösungen.

2) Daß es auch nicht einerlei ist, welche Salze eine Pflanze zur Nahrung erhält, beweist das Mißrathen von Getreidearten in Bodenarten, welche bald mit dem und bald mit jenem Salze gedüngt wurden. Weiter unten wird hiervon mehr mitgetheilt werden.

§. 195.

Die Quellen, aus denen die Pflanze die im §. 193 und §. 194 angegebenen Nahrungsstoffe bekommt, sind die sie umgebende Atmosphäre und der sie tragende Boden.

Die Atmosphäre, welche alle durch den Athmungs- und Verbrennungs-, durch den Fäulniß- und Verwesungsprozeß frei werdenden luftförmigen Stoffe in sich aufnimmt, spendet der Pflanze Kohlensäure, Ammoniak und Wassergas, also die sämmtlichen Pflanzenor-

ganen-Erzeuger. Trotz dem würde die größte Zahl der Gewächse für die Länge der Zeit von diesen atmosphärischen Gaben nur kümmerlich leben können, da die Luft einerseits wegen ihrer ewigen Bewegtheit bald zu viel und bald zu wenig, und bei anhaltend heißer, trockener Witterung gar nichts spenden würde, indem ja alsdann das jene luftförmigen Nahrungsstoffe auflösende und dadurch erst für die Aufnahme in den Pflanzenkörper vorbereitende Wasser fehlt, — und andererseits der Atmosphäre gerade die für den Assimilationsprozeß so nothwendigen Salze ganz und gar abgehen. (Denn die Ammoniaksalze können hier nicht mitgerechnet werden, da ja ihre Basis selbst im Pflanzenkörper zersetzt wird.) — Es folgt daraus, daß die Pflanze neben ihrer luftförmigen Umgebung noch eines Mittels bedarf, welches

1) die Eigenschaft besitzt, aus der Atmosphäre Nahrungsstoffe und Feuchtigkeit anzuziehen und diese in sich anzusammeln, damit die Pflanze zu keiner Zeit ihres Lebens Mangel leidet und auch die Atmosphäre noch etwas zurückerhalten kann, wenn es ihr an ernährenden Stoffen fehlt;
2) eine solche Beschaffenheit hat, daß es auch selbstständig jene Nahrungsstoffe und vor allen die der Pflanze so nothwendigen Salze produciren kann; und
3) die Eigenschaft besitzt, die Nahrungsstoffe stets in dem Maße an die Pflanze zu verabreichen, wie es das Wohlbefinden derselben fordert.

Dieses die ganze Pflanzenernährung ordnende Mittel soll der Boden bilden.

1) Der Boden als Sammler der atmosphärischen Nahrungsstoffe.

§. 196.

Betrachtet man die Ernährungsfähigkeit eines Bodens, so muß man vor allen Dingen sein Vermögen, die Atmosphärilien anzuziehen und in sich festzuhalten, in's Auge fassen. Denn von der Größe dieses Vermögens hängt nicht nur die Nachhaltigkeit, mit welcher er seine Gewächse ernährt, sondern auch die Kraft ab, mit welcher seine Nebenbestandtheile sich in wirkliche Pflanzennahrungsstoffe umwandeln.

Dieses Sammelvermögen des Erdbodens offenbart sich einerseits in der Festhaltung der durch Meteorwasserniederschläge in seinen Schoß gelangten Atmosphärenstoffe, andererseits in der Ansaugung luftförmiger Nahrungssubstanzen aus seiner Umgebung. Obwohl nun beide Aeußerungen dieser Anziehung von großem Einflusse auf die Fruchtbarkeit einer Erdkrume sind, so ist doch die erstere von größerer Wichtigkeit, als die letztere. Denn Meteorwasserniederschläge werden jedem Boden — selbst dem Sande der Wüsten — zu Theil, kehren immer wieder und das Festhalten ihrer Lösungsstoffe hängt nicht nur von der physikalischen Beschaffenheit der von ihnen benetzten Erdkrume, sondern auch von der Beschaffenheit der Bodenumgebung ab; das bloße Ansaugen luftförmiger Nahrungsstoffe aber zeigt sich nur unter gewissen Bedingungen und ist mehr abhängig von der Natur einzelner Bodengemengtheile.

§. 197.

Alle dampf- und gasförmigen Stoffe, welche mit jedem Augenblicke in die Atmosphäre sich erheben; alle im Wasser gelösten Salze und Säuren, welche dunstförmig den verschiedenen Gewässern der Erdoberfläche entsteigen, verweilen niemals lange in ihrem luftigen Aufenthaltsorte, sondern werden mit jedem Niederschlage atmosphärischen Wassers, — sei es durch den nächtlichen Thau oder durch den Regen und Schnee, — dem Schoße des Bodens überliefert. Ist dieser nun geeignet, die so erhaltenen Atmosphärenstoffe in seiner Masse festzubannen und zwar selbst dann noch, wenn ein Theil des sie überbringenden Wassers wieder verdunstet, so wird er zu einem unerschöpflichen Sammelplatz aller der in den vorigen §§. erwähnten Hauptnahrungsstoffe der Pflanzenwelt. Er wird aber hierzu die Kraft besitzen, wenn

entweder sein Krumengemenge neben einer gehörigen Wasserhaltungskraft und Haarröhrenanziehung auch eine mittlere Verdunstungsfähigkeit besitzt, ähnlich wie man sie beim Lehm-, Mergel- oder bei dem mit 5 Proz. Humus und 4 Proz. Sand untermengten Thonboden bemerkt,

oder sein Untergrund und seine übrige Umgebung die entgegengesetzten Eigenschaften von ihm besitzt, wenn er selbst zu viel oder zu wenig Wasserhaltungs- oder Verdunstungskraft hat.

Ein Boden, welcher das aufgenommene Atmosphärenwasser zu rasch wieder verdunstet, wie es eine an Kalk, Sand oder Eisenoxyd überreiche Krume thut, hat ebenso wenig Zeit, die in diesem Wasser gelösten Stoffe an sich zu fesseln, als ein Boden, welcher das in ihn eindringende Wasser gleich, wie ein Sieb, ohne Aufenthalt durch sich durchlaufen läßt. Umgekehrt wird aber ein Boden, welcher das Wasser zu fest hält, nur wenig Ansaugung von luftförmigen Stoffen zeigen, weil das Wasser seine Krumentheile so sehr von einander entfernt hält, daß sie sich in ihrer Anziehung zu jenen Substanzen nicht gehörig unterstützen können. Am kräftigsten zeigt sich nach Versuchen diese Luftanziehung immer dann, wenn bei einer Bodentemperatur von 8—15° R. die Menge des festgehaltenen Lösungswassers etwa 35—40 Proz. beträgt. Die erwärmten Krumentheile äußern alsdann eine größere Anziehung zu der Luft, als das sie gelöst haltende Wasser. Bloß in dem richtigen Menge- und Temperatur-Verhältnisse scheint der Grund zu liegen, daß Thauniederschläge und sanfte, warme Regengüsse den Boden mit mehr Nahrungsstoffen versorgen, als plötzlich und stark niederstürzende Platzregen, obgleich diese letzteren namentlich bei Gewittern oft mehr atmosphärische Stoffe in sich aufgelöst enthalten, als jene.

§. 198.

Wie schon im §. 196 bemerkt worden ist, so zeigt der Boden neben der eben erwähnten Ansammlung von luftförmigen Stoffen oft noch eine eigenthümliche Ansaugung von Sauerstoff und kohlensaurem Ammoniak. Diese Art der Ansaugung ist mehr von der Natur einzelner Bodengemengtheile abhängig und tritt nur dann ein, wenn zuvor die Hygroscopizität eines Bodens (vergl. §. 134—138) im höchsten Grade rege geworden ist, ja sie scheint sogar von dieser letzten Eigenschaft des Bodens ganz abhängig zu sein.

Bemerkung. Es ist schon im §. 138 mitgetheilt worden, daß die Aufsaugung von luftförmigen Stoffen durch die Bodenbestandtheile bald eine mechanische, bald eine chemische ist. Von diesen beiden Auffaugungsarten liefert bloß die erstere den Pflanzen unmittelbar die aufgenommenen Luftstoffe zur Ernährung; die letztere dagegen ruft erst chemische Prozesse hervor, durch welche nun Pflanzennahrungsstoffe zubereitet werden. Hier, wo der Boden bloß als Sammler der atmosphärischen Nahrungsstoffe betrachtet wird, kann nur von der mechanischen Auffaugung die Rede

sein. Versuche, welche der Verfasser über dieselbe anstellte, lehrten ihn Folgendes:

1) Vollständig ausgetrocknete oder gar geglühte Erden mußten erst wiederholt befeuchtet werden, wenn sie eine Luftauffaugung zeigen sollten. Es zeigte sich alsdann die letztere in einem geraden Verhältnisse mit der Größe der Feuchtigkeitsanziehung. Er glaubt daraus folgern zu können, daß eigentlich die eingesogene Feuchtigkeit das die Luft anziehende und mitbringende Mittel ist, wenigstens in Bezug auf die mechanische Anziehung von Sauerstoff.

2) Kohlensaures Ammoniak wurde schon bei ganz mäßiger Anfeuchtung aufgesogen und zwar am meisten von stark humosem Thonboden. Eisenoxydhydratlehm und Thonmergel mit 2 Proz. Talkerde standen ihm fast nicht nach. Wurden aber dem Thon oder Lehm viel Sand oder Eisenoxyd beigemengt, so zeigten sich nach 24 Stunden nur Spuren von Ammoniak. Ueberhaupt wurde die Bemerkung gemacht, daß das Eisenoxyd ein viel schwächeres Ammoniakbindungsvermögen besitzt, als das Oxydhydrat. Am deutlichsten trat dies bei den Versuchen mit verschiedenen Sorten eisenschüssiger Mergel aus dem Keuper hervor. Der eisenschüssige Lettenthon des rothen Todtliegenden konnte acht Tage in einem Gefäße mit kohlensaurem Ammoniak liegen, und sog doch nicht so viel davon an, als ein sandiger Eisenoxydhydratlehm.

3) Eine bloß mechanische Auffaugung von Kohlensäure konnte bei keiner Bodenart bemerkt werden, wenigstens war der Verfasser nicht im Stande, zu entscheiden, ob die Bodengemengtheile oder das sie benetzende Wasser Kohlensäure ansog. Nach seinen Erfahrungen schien ihm das Letzte der Fall zu sein.

3) Der Boden als selbstständiger Ernährer der Pflanze.

§. 199.

Schon oben (§. 194) ist gesagt worden, daß jede Pflanze neben ihren luft- oder dunstförmigen Nahrungsstoffen noch einer bestimmten Quantität Schwefel, Phosphor, Kieselsäure und Salze bedarf, wenn sie sich normal ausbilden soll. Es haben indessen theils die Erfahrungen des Landwirths, theils die Resultate, welche man durch die chemische Untersuchung der Aschenbestandtheile der Pflanzen erhielt, bewiesen,

1) daß nicht alle Pflanzen ein und dieselben Arten dieser Stoffe zu ihrer Ernährung brauchen.

a. Kieselsäure brauchen hauptsächlich die einsamenlappigen Pflanzen und vor allen die Halmgewächse (Grä-

fer und Getreidearten) zur Festigung ihrer Stengel und Blattgewebe.

Bemerkung. Davy behauptet, daß die äußeren Theile der Gräser fast nur aus Kieselsäure bestehen. — Daher rührt die große, oft sogar schneidende Härte der Grasblätter. Die Knoten am Halme der Gramineen sind ein Hauptablagerungsort dieser erdigen Säure. Unter den Cerealien möchte folgende Reihenfolge im Kieselsäuregehalte stattfinden:

Roggenstroh (Fresenius)	enthält	63,89	Kieselsäure.
Haferstroh (Wiegmann)	—	62,00	—
Weizenstroh (de Saussure)	—	61,05	—
Gerstenstroh (—)	—	57,00	—

b. Kalk- und Talkerdesalze bedürfen namentlich die zweisamenlappigen Gewächse zur Festigung ihres Zellengewebes, am meisten die Hülsenfrüchtler (Leguminosae), Kernobstler (Pomaceae), Orchideen und unter den Cupuliferen vorzüglich die Buche und die Haselnuß.

Bemerkung. Folgt man der Erfahrung, so kann man sagen: Alle Pflanzen mit vollkommen gefiederten Blättern brauchen Kalkerde zu ihrem Gedeihen.

Unter den Kulturgewächsen enthalten die meiste Kalk- oder Talkerde:

Taback (Hertwig) . .	67,44	62,23
Erbsenstroh (—) . .	61,38	60,08
Luzerne (—)		60,73
Wiesenklee (Wiegmann) . . .		56,00
Kartoffelkraut (Hertwig) . . .		53,17

c. Kali- und Natronsalze scheinen vorzüglich den Pflanzen zur Erzeugung von öl-, gummi-, stärkemehl- und zuckerartigen Stoffen nothwendig zu sein. Sie finden sich darum am meisten bei denjenigen Gewächsen, welche stärkemehl-, zucker-, ölreiche Knollen, Rüben oder Samen haben.

Bemerkung. Unter den Kulturgewächsen besitzen die meisten Alkalien:

Runkelrüben (Hruschauer) . .	88,00 Proz.
Rother Weizen (Fresenius) . .	86,64 —
Kartoffeln (Hruschauer) . . .	85,81 —
Topinambour (Braconnot) . .	84,30 —
Weiße Rüben (Liebig) . . .	81,60 —
Saubohnen (Büchner) . . .	71,54 —

Erbsen (Will)	71,50	Proz.
Roggen (Fresenius)	65,16	—
Weißer Weizen (Will) . . .	52,98	—
Wickenstroh	2,75	—

Eichenholz	0,15	— (?)
Buchenholz	0,12	— (?)

d. Phosphorsaure Salze (vorzüglich Kalk- und Talkerde) sind nothwendig zur Bildung aller stickstoffhaltigen Substanzen, so des Klebers, Eiweißes und Käsestoffs (Caseins). Man findet sie darum in den Samen der meisten Gewächse.

Bemerkung. Unter den Kulturgewächsen zeigen den größten Gehalt von diesen Salzen:

Saubohnen (Büchner) . . .	97,05	Proz.
Roggen (Fresenius) . . .	96,18	—
Weißer Weizen (Will) . . .	91,67	—
Erbsen (Will)	85,46	—
Mais (de Saussure) . . .	83,50	—
Gerste (—) . . .	76,70	—
Luzerne (Hertwig)	13,52	—

2) daß, wenn auch viele Pflanzen gleiche Salzarten brauchen, sie doch nicht alle gleich großer Mengen von denselben bedürfen. — Schon ein Blick auf die unter **1. a. b. c. d.** angegebenen Aschenbestandtheile der wichtigeren Kulturgewächse bestätigt das eben Ausgesprochene. Für die Kultur der Gewächse ist die Beobachtung dieses Satzes von Wichtigkeit. Denn bei der Fruchtfolge werden die viel Salze bedürfenden stets einen ungeschwächten Boden verlangen; die mit geringen Salzmengen zufriedenen Gewächse aber nach jenen noch recht gut gedeihen können. — Im Allgemeinen wird man wahrnehmen, daß

einer großen Salzmenge, weniger Salz bedürfen

die Gewächse,

welche starke, weit umherziehende, rübenförmige Wurzeln und krautige Stengel haben, stark verdunsten, schnell wachsen.

welche schwache, kleine Wurzeln und holzige Stengel haben, wenig verdunsten, langsam wachsen.

3) daß ein und dieselbe Pflanze in den verschiedenen Perioden ihrer Lebensthätigkeit nicht bloß verschiedene Salze, sondern auch verschieden große Mengen von einer und derselben Salzart verlangt.

a. So lange die Pflanzen wachsen und im Ausbilden ihrer Wurzel, Stengel und Blätter begriffen sind, brauchen
die Monocotyledonen vorherrschend Kieselsäure,
die Dicotyledonen vorzüglich Kalk- und Talkerde.
Sowie aber die Gewächse Stoffe zur Bildung von Blüthe und Frucht zubereiten, brauchen sie vorzüglich der Alkalisalze und zwar hauptsächlich des schwefel- und phosphorsauren Kalis und Kalkes.

b. Hieraus ergiebt sich, daß die Gewächse, so lange sie wachsen, weniger schwefel- und phosphorsaure (Kali-) Salze, als kohlensaure Kalk- und Talkerdesalze aufnehmen, daß sie aber vor der Ansetzung von Blüthen vorzüglich die ersten Salze, namentlich das Kali, zur Nahrung verlangen. Und hieraus läßt es sich erklären, woher es kommt, daß man in den Pflanzengliedern kurz vor der Blüthezeit die meisten Kalisalze und nach derselben die geringste Quantität dieser Salze vorfindet. (Vergl. hierzu die von de Saussure entlehnten Beispiele im §. 18.)

§. 200.

Alle diese Säuren und Salze kann nicht die Atmosphäre, sondern nur der Boden der Pflanze verabreichen. Das Material hierzu besitzt er in den chemischen Bestandtheilen seiner Hauptgemeng-

theile. Ob aber nun jeder Boden auch Alles das gewähren kann, was jede Pflanze von ihm verlangt, das wird ein Rückblick auf die Beschreibung seiner Haupt- und Nebenbestandtheile im Abschnitte **A.** lehren. Nach dieser Beschreibung ergiebt sich Folgendes:

1) Der Quarzsand besteht aus erstarrter Kieselsäure. Diese aber kann, wenn sie einmal fest geworden ist, durch keinen der chemischen Prozesse im Bodeninnern wieder auflöslich gemacht werden. Sie ist mithin unter der Form des Quarzsandes ungenießbar für die Pflanze.

2) Der Kies und Sand von Feldspath-Arten, Hornblende, Augit und Glimmer, bestehend aus kieselsaurer Thonerde und kieselsauren Alkalien (so namentlich die Feldspath-Arten) oder kieselsauren, alkalischen Erden (so vorzüglich Hornblende, Augit und Glimmer), ist durch den Einfluß der Atmosphärilien vermöge seiner alkalischen Bestandtheile zersetzbar und liefert alsdann, wenn der Boden nicht allzu naß und kalt oder nicht allzu trocken und heiß ist, neben Thon fort und fort freie lösliche Kieselsäure und kohlensaure Alkalien und alkalische Erden. Er ist demnach für die Produktion von Pflanzennahrmitteln von großer Wichtigkeit.

3) Der Thon und Lehm, beide hervorgegangen aus der Zersetzung feldspathiger, hornblendiger, augitischer und glimmeriger Felsarten, bestehen aus kieselsaurer Thonerde, welche kiesel saure oder kohlensaure Alkalien und alkalische Erden, freie bis lösliche Kieselsäure und irgend eine Menge feinen Quarz- oder anderen Sandes beigemengt enthält. Rechnet man dazu, daß sie die Eigenschaft besitzen, die sowohl durch den Verwesungsprozeß frei werdenden, als auch in der Atmosphäre vorhandenen Ammoniaksalze anzuziehen und zu fesseln, so erscheinen sie als der wahre Sitz aller Stoffe, welche die Pflanze zu ihrer Ernährung vom Boden verlangt.

4) Der Kalk besteht entweder aus kohlensaurer Kalkerde allein oder aus kohlensaurer Kalk-Talkerde, enthält häufig als Beimengungen Phosphorsäure, Thon und Eisenoxyd und ist nur in einem reichlichen Zufluß von Kohlensäure haltigem Wasser auflöslich. Da er weder lösliche Kieselsäure, noch Kali ent-

hält, so wird er auch nur solche Pflanzen ernähren können, welche diese letzten Stoffe nicht zu ihrer Ernährung brauchen.

5) Anders aber ist es mit dem Mergel, jener innigen Verbindung von Thon oder Lehm mit Kalk. Er kann den Gewächsen nicht nur kohlen- und phosphorsaure Kalk- und Talkerde, sondern mittelst seines Thones auch freie Kieselsäure und alkalische Salze liefern und erscheint deshalb als das Gebiet, auf welchem alle Pflanzen (wenn sie nicht zu viel Wasser verlangen) gedeihen können.

6) Der Gyps besteht aus schwefelsaurem Kalk mit mehreren Prozenten Wasser und kann folglich den Gewächsen nur Schwefel und Kalkerde liefern.

7) Die Eisenoxydationen sind nur als Salze im Wasser auflöslich und können dann den Gewächsen die mit ihnen verbundenen Säuren (z. B. Kohlen-, Schwefel- und Phosphorsäure) liefern. Da sie aber meistens — so namentlich die Oxydulsalze — leicht löslich sind, so übergeben sie gewöhnlich den Gewächsen mehr Säure, als ihnen zuträglich ist.

8) Die organischen Beimengungen können nach §. 10 bis §. 21 außer den Haupternährungsstoffen den Gewächsen alle Salze und Säuren, welche sie brauchen, und zwar in um so reichlicherem Maße, je mehr sie bei ihrer Zersetzung Aschenbestandtheile produciren, und in um so größerer Mannichfaltigkeit geben, je höher ausgebildet der Organismus war, von dem sie abstammen.

§. 201.

Es kann indessen ein Bodengemengtheil das Material zur Bildung von jeder Art Pflanzennahrung besitzen und wird doch keine oder nur untaugliche Nahrungsstoffe zubereiten können, wenn er nicht von jener mächtigen Trias: Wärme, Feuchtigkeit und Luft in dem Maße unterstützt wird, wie es zur Anregung, Einleitung und Vollendung der chemischen Verwandtschaften und Prozesse nothwendig ist. Wirkt z. B. die Wärme zu überwiegend, so wird das Lösungswasser zum Verdunsten gebracht und die aufgelöste Kieselsäure

oder kohlensaure Kalkerde erstarrt; tritt dagegen der Einfluß der Wärme zu sehr zurück und die Menge des Wassers zu stark hervor, so werden die chemischen Verwandtschaften gelähmt, indem die Lösungen der sich verbinden sollenden Stoffe zu sehr verdünnt werden; und ist das Wasser nicht gleichmäßig vertheilt, so werden auch die chemischen Prozesse nicht überall gleichmäßig vor sich gehen können, woraus alsdann hervorgeht, daß eine solche Erdkrume nicht in allen ihren Theilen gleich gut ernährt. Hat endlich die Luft nicht gehörigen Zutritt in das Innere eines Krumengemenges, so können alle die Oxydationen nicht vor sich gehen, durch welche die Basen und Säuren zur Salzbildung producirt werden.

Da nun nach dem, was über die physikalischen Eigenschaften der einzelnen Bodengemengtheile ausgesprochen worden ist, weder der Sand, noch der Thon, noch der Kalk, noch der organische Dünger jene drei Potenzen so in sich wirken läßt, wie es zur normalen Bereitung der Pflanzennahrung nothwendig ist, so folgt daraus, daß keiner dieser Bodenbildungsstoffe, auch wenn er noch so reich an Nahrungsmaterial wäre, für sich allein die Pflanze mit allen den Stoffen so versorgen kann, wie sie dieselben zu ihrem Gedeihen braucht. Ebenso läßt sich aber auch daraus folgern, daß — wenn ein die Wärme allzu stark anziehender und haltender Gemengtheil mit einem die Nässe stark festhaltenden Krumentheil recht innig, aber in dem Verhältnisse vermischt wird, daß jener erste mit seiner leicht zu stark werdenden Wärme nicht vorherrschend in dem Gemenge wird —, daß alsdann auch die Bedingungen alle gegeben sind, durch welche ein Boden zum kräftigen Nahrungsbereiter für die verschiedensten Gewächse wird. Unter den mineralischen Gemengtheilen ist nun nach dem Obigen der Thon der einzige, welcher nicht nur alle für die Gewächse nöthige Kieselsäure und Alkalien, sondern auch die größte Wasserhaltungskraft besitzt. Er darf folglich keinem Boden fehlen, welcher fruchtbar sein soll. Und da er in der That auch keinem wahren, zur Pflanzenzucht fähigen Boden fehlt, so kann es auch keine Gewächse geben, die bloß ihm eigenthümlich wären und durch die er ausgezeichnet würde.

§. 202.

Wenn nun aber auch ein Boden so beschaffen ist, daß er Pflan-

zen verschiedener Art recht gut ernähren kann, so werden doch immer gewisse Pflanzenarten vorzugsweise gut auf ihm gedeihen und theils durch ihr üppiges Wachsthum und die kräftige Entwicklung ihrer Körperglieder, theils durch den Reichthum und die normale Ausbildung ihrer Früchte alle übrigen Gewächse ihres gesammten Mutterbodens überragen. Diese so normal sich entwickelnden Pflanzen bilden die Charakterflora oder das Zeugniß von der Produktionskraft des sie tragenden Bodens und hängen nach dem Vorigen ab einerseits von der Art und dem Maße der auflöslichen Nahrungsstoffe, andererseits aber auch — wenigstens in sehr vielen Fällen — von einem bestimmten Luft- oder Wärme- und Feuchtigkeitsmaße des sie producirenden Bodens, nicht aber, wenigstens nicht unmittelbar, von den mechanischen, im Wasser unlöslichen Bodengemengtheilen.

Hält man diesen auf die Erfahrung gegründeten Unterschied fest, so wird man die Charakterflora der verschiedenen Bodenarten je nach ihren Hauptbedürfnissen eintheilen müssen:

α. in Irdpflanzen, welche neben ihrer luftigen Nahrung noch eine größere oder kleinere Quantität von Kieselsäure und Salzen brauchen, und darum auch nur in einem mit diesen Stoffen versehenen, mäßig feuchten Boden wachsen;

β. in Naßpflanzen, welche eine in Wasser stark verdünnte Nahrung, vorzüglich (organische) Säuren und saure Salze haben müssen und deshalb nur an solchen Orten wachsen, wo es stets mehr oder minder naß ist;

γ. in Thau- oder Luftpflanzen, welche vorherrschend der luftigen Nahrungsmittel, wie sie ihnen durch die atmosphärische Feuchtigkeit oder Thauniederschläge zugeführt werden, bedürfen und aus diesem Grunde da am besten wachsen, wo frei und ungehindert diese Stoffe auf sie eindringen können.

α. Die Irdpflanzen.

§. 203.

Da ihre Nahrung, welche entweder aus Kieselsäure oder aus verschiedenen Salzen der Alkalien und alkalischen Erden oder auch organischen Stoffen besteht, sehr aufregend, ja selbst ätzend auf die

vegetabilische Zellenmembran einwirkt, so bedürfen sie einer gehörigen Feuchtigkeit und zwar nicht bloß, um diese Nahrungsstoffe in einer mehr verdünnten Auflösung zu erhalten, sondern auch um die allzu starke Lebensaufregung ihres Zellengewebes zu dämpfen. Jedoch können sie auch nicht eines bestimmten Wärmequantums (im Mittel 4 — 6 °R.) entbehren, weil sonst leicht die von diesen Pflanzen gierig eingesogene Feuchtigkeit die vegetabilischen Organe schwächen und dadurch an der Verdunstung hindern könnte. In einem allzu strengen Thonboden werden daher die hierher gehörigen Gewächse so wenig freudig gedeihen können, als in einem vorherrschend aus Quarzsand oder Kalk bestehenden Boden; in einem reichlich mit Thon gleichmäßig vermischten sand- oder kalkhaltigen Erdreiche aber, wie es sich am vollkommensten in der lehmigen oder thonig-mergeligen Krume darstellt, ist ihre wahre Heimath.

Je nach dem Nahrungsmittel, welches sie vorherrschend während ihrer Entwicklungsperiode brauchen, zerfallen sie nach §. 199 in

a. Kieselsäurepflanzen und Kalipflanzen,
b. Kalk- oder Kalktalkpflanzen,
c. Chlorsalzpflanzen,
d. Moderpflanzen.

a. Kieselsäurepflanzen und Kalipflanzen.

§. 204.

Die das Kali bedürfenden Gewächse befinden sich gewöhnlich in der Gesellschaft der Kieselsäurepflanzen, da einerseits die meisten Kieselsäure begehrenden Pflanzen auch des Kali bedürfen und andererseits das Kali von Natur mit der Kieselsäure verbunden vorkommt. Man kann also im Allgemeinen recht gut diese beiden Floren mit einander vereinigen.

Was nun zuerst die Kieselsäurepflanzen betrifft, so werden sie im Allgemeinen repräsentirt durch die große Familie derjenigen Grasarten, welche einen hohlen, in bestimmten Absätzen mit Knoten versehenen Stengel (Halm), band- oder borstenförmige, mit Blattscheiden versehene Blätter und in Aehrchen stehende Spelzenblüthen haben. Jeder nach der Menge der Kieselsäure, die sie zu ihrer normalen Ent-

wicklung brauchen, zerfallen sie in ungenügsame und genügsame Kieselsäurepflanzen.

Zu den ungenügsamen Pflanzen dieser Art gehören vor allen die sogenannten Halmfrüchte, namentlich der Roggen, und die ächten (süßen) Wiesengräser mit breiten, oft schneidigen, nie franzig behaarten, Blättern und büscheligen, nie sich verfilzenden und wenig kurze oder keine Ausläufer treibenden Wurzeln (z. B. **Alopecurus pratensis, Poa pratensis, Festuca elatior, Avena elatior, pubescens, Bromus giganteus, Dactylis glomerata, Holcus lanatus, Phleum pratense, Aira caespitosa, Cynosurus cristatus** ꝛc.). Sie wachsen da am üppigsten, wo der Thongehalt nicht über 60 Proz., der Sandgehalt höchstens 40 Proz. und der Kalkgehalt höchstens 4 — 5 Proz. beträgt. Neben ihrem Kieselsäurebedarf brauchen sie auch alle mehr oder weniger viel Phosphor- und Kalisalze, am meisten der Roggen und Weizen; wo daher diese in voller Kraft wachsen, kann man mit vollem Rechte auch auf einen Reichthum des Bodens an diesen Salzen schließen.

Da, wo diese Kieselsäurepflanzen ihre Halme kräftig und üppig erheben, zeigt sich zwischen ihnen eine durch ihr Wuchern oft verderbliche Kaliflora. Die Repräsentanten dieser Flora möchten zwischen den Halmgewächsen **Artemisia campestris, Matricaria Chamomilla, Fumaria officinalis, Ranunculus bulbosus** und **arvensis, Anagallis arvensis** und **coerulea, Centaurea Cyanus, Delphinium Consolida**, unter den Wiesengräsern aber vorzüglich Arten von Hahnenfuß, der Löwenzahn (**Leontodon Taraxaci**), die Maßliebe (**Chrysanthemum Leucanthemum**), das Gänseblümchen (**Bellis perennis**), **Tanacetum vulgare** sein.

Zusatz: Unter den Baumarten scheinen am besten auf dem Boden der Wiesengräser die Eschen, Ulmen, Tannen und Steinobstler, namentlich der Zwetschenbaum, zu gedeihen, besonders wenn dieser Boden einige Prozente Kalk beigemengt enthält. Jedoch ist es auch für diese Gewächse nicht sowohl die Kieselsäure, als vielmehr der Alkaliengehalt, welcher sie anzieht. Aber als wirklich Kieselsäure brauchend erscheint die Eiche, Birke und auch wohl die Kiefer.

§. 205.

Die genügsamen Kieselpflanzen sind schon zufrieden, wenn sie nur etwas lösliche Kieselsäure im Boden vorfinden. Sie zei-

gen sich daher auf einem Boden, welcher entweder durch jene ungenügsamen Gewächse zum großen Theil ausgesogen worden oder wegen eines zu starken Thongehaltes immer naß ist und darum die Kieselsäure nur in äußerst verdünnten Gaben verabreichen kann, oder endlich wegen eines zu starken Sand- oder Kalkgehaltes zu leicht austrocknet, so daß es an Lösungswasser sowohl für die Kieselsäure, als für die Kalisalze fehlt. Die hierher gehörigen Gräser nähern sich daher einerseits den Naßgewächsen und gehen durch die Rohrgräser (**Phragmites vulgaris** und **Calamagrostis sylvatica**) und Riedgräser (**Carices**) wirklich in dieselben über; andererseits den Luft- (oder Sand-) Gewächsen und zeigen alsdann, wenn der Boden noch nicht zu dürr ist, zwar noch flache Blätter, aber Wurzeln mit starken und vielen Ausläufern (so **Holcus mollis** und **Agrostis vulgaris**); oder wenn der Boden schon dürrer ist, starkfilzige Wurzeln und dichte Rasenbüschel von röhrig eingerollten Blättern (**Festuca rubra** und **Aira canescens**) oder Borstenblättern (**Aira flexuosa, Festuca duriuscula**), oder endlich, wenn der Boden ganz ausgedörrt erscheint, die graugrünen, dürftig aussehenden Borstenbüschel des Schafschwingels (**Festuca ovina**) und, wo sich eine Naßgalle bildet, das eigentliche Borstengras (**Nardus stricta**).

b. Kalk- und Kalktalkpflanzen.

§. 206.

Der kohlensaure Kalk gehört zu den hitzigsten Nahrungsmitteln des Pflanzenlebens. Denn wenn er auch nur als saures kohlensaures Salz in den Pflanzenkörper gelangen kann, wodurch die Kalkerde ihre ätzende Kraft verliert, so wird er doch in demselben durch den Verdunstungs- und Assimilationsprozeß wieder in einfaches oder basisch kohlensaures Salz umgewandelt, wodurch die Kalkerde nach §. 52 ihre ätzende Eigenschaft zum Theil wieder erlangt. Durch diese ätzend-reizende Natur aber treibt sie bei fortwährend starkem Genusse und unter Hülfe von Wärme die Assimilationsorgane des Pflanzenkörpers nicht nur zu einer außerordentlichen Produktionskraft von vorzüglich sehr gewürzhaften oder ätzenden, ja sogar narkotischen Säften, sondern auch mit Vernachlässigung der Stengel- und Blattbildung zu einer raschen und mächtigen Blüthen- und Fruchtentwicklung. Bloß

hierin liegt der Grund, warum die Gewächse, welche von Jugend auf einmal an vorwiegenden Kalkerdegenuß gewöhnt sind, entweder in keinem andern oder, wiewohl nicht oft, nur in einem solchen Boden gedeihen, welcher ihnen ein eben so stark reizendes Nahrungsmittel, wie den kohlensauren Kalk, darbieten kann (z. B. in einem sandig-lehmigen, viel kohlensaures Kali haltigen Boden); warum ferner gerade der Kalkboden die Heimath der stärksten Gewürz- und Giftpflanzen (Stechapfel, Bilsenkraut ꝛc.) ist; warum auf einem vorherrschend aus Kalk bestehenden Boden, vorzüglich bei einer recht sonnigen Lage, meistens Gewächse mit holzigen Wurzeln, kleinen, häufig am Boden hingestreckten Stengeln, kleinen, stark zerschlitzten oder gefiederten, dicht behaarten, wenig verdunstenden Blättern und glänzend gefärbten, oft großen und wunderbar geformten Blüthen vorkommen; warum endlich die Kalkgebirge auf ihren Höhen weit seltner hochstämmige Baumgruppen, als niedere, mit sehr festem Holze versehene Sträucher aufzeigen.

Da indessen der kohlensaure Kalk nur in stark kohlensäurehaltigem Wasser auflöslich ist (vergl. §. 52), so folgt von selbst, daß auf einem selbst an Kalk überreichen Boden dennoch die wahre Kalkflora fehlen kann, wenn derselbe nicht die Mittel besitzt, wodurch sein Kalkgehalt auflöslich gemacht werden kann. Dies ist nun namentlich der Fall auf kahlen, der Sonnengluth fortwährend ausgesetzten Bergen. Daher kommt es, daß an solchen Orten anfangs nur die dem mageren Thon angehörige Kieselflora oder die dem Sande zustehenden Luftpflanzen (unter den Gräsern die **Festuca ovina** und **duriuscula**, **Agrostis vulgaris**; außerdem **Sedum acre**, **Coronilla varia**; **Thymus serpyllum**; **Genista germanica** und **tinctoria**, **Ononis spinosa** und **repens** ꝛc.) erscheinen; dann wenn diese Flora durch ihre Verwesung Kohlensäure und eine die Feuchtigkeit zusammenhaltende, beschattende Krume gebildet hat, die eine geringe Kalknahrung liebende Kieselflora, (**Koehleria cristata**, **Brachypodium pinnatum**, **Arrhenatherum avenaceum**, **Bromus montanus**, **Melica ciliata**, **Helianthemum vulgare**, **Polygala amara**, **Cynanchum Vincetoxicum**, **Anthericum Liliago** u. a. m.) und endlich mit der Verwesung oder im Schatten dieser die eigentliche Kalkflora auftritt.

§. 207.

Zu den Kalknahrung bedürfenden Gewächsen gehören nun im Allgemeinen

die Gewächse mit ölreichen oder Stärkemehl haltigen Samen; mit saftigen, zuckerreichen Fruchthüllen; mit narkotischen Stoffen in den Stengeln und Blättern; mit Stärkemehl reichen Wurzelknollen: also unter den Kulturgewächsen namentlich

die Hülsenfrüchte;
der Raps, Lein, Taback, die Kartoffel;
der Hafer und die Gerste;
die Kernobstler (Pomaceae) und unter den Steinobstlern namentlich der Kirschenbaum;
die Hasel- und Wallnuß;
der Weinstock;
die Buche
oder überhaupt die meisten Gewächse aus den Familien der Leguminosen, Cruciferen, Solaneen, Umbelliferen, Ranunculaceen, Orchideen, Pomaceen u. s. w.

Unter diesen Gewächsen bedürfen aber nicht alle gleich großer Quantitäten Kalknahrung. Hierauf gründet sich die Eintheilung in kalkgenügsame und kalkungenügsame Pflanzen. Die ersten brauchen zum Theil so geringe Mengen Kalk, daß sie auf jedem Boden, auch wenn derselbe nur 1 Proz. Kalk enthielte, gedeihen können. Man findet sie daher nicht bloß auf wirklich kalkigem Boden, wo sie allerdings am besten gedeihen, sondern auch auf lehmiger oder sandigthoniger Krume, welche aus Gebirgsarten entstanden ist, deren Gemengtheile bei ihrer Zersetzung Kalkerde freigeben.

Hierin liegt der Grund, warum man auf dem Boden vieler Feldspath- und Augitgesteine — z. B. des Porphyrs und vor allem des Basalts, Phonoliths und Trachits — und selbst der Sandsteine und Conglomerate, welche Trümmer jener krystallinischen Felsarten besitzen, eine wahre Kalkflora antrifft.

Die kalkungenügsamen Pflanzen bedürfen wenigstens 10 Proz. Kalkerde zur Stillung ihres Hungers. Sie findet man daher nur im Gebiete der Kalk- und Mergelgebirge, und zwar hauptsächlich da, wo eine nicht zu starke Beschattung den Verwesungsprozeß der abster-

menstellung der Kalkflora.

wächse,	der Kalk ungenügsamen Gewächse.
; Bromus mon-	Melica ciliata, Sessleria coerulea, Elymus europaeus.
lora.	Convallaria polygonatum.
(Anthericum	Anthericum ramosum.
Satyrium hirci-	Orchis militaris, pyramidalis, fusca, pallens; Ophrys myoides, apifera, arachnites; Cephalanthera rubra und ensifolia; Epipactis latifolia; Cypripedium Calceolus. Gentiana ciliata und lutea.
Atropa Bella-	Datura Stramonium; Physalis Alkekengi; Nicotiana Tabacum und rustica. Polygala amarella.
r. rum carvi.	Vinca herbacea. Bupleurum falcatum und rotundifolium. Caucalis grandiflora und latifolia. Adonis vernalis und aestivalis; Anemone Pulsatilla, hepatica und sylvestris; Nigella arvensis.
und Malus; — orbus aucuparia	Carlina acaulis; Buphthalmum salicifolium; Aster Amellus; Tussilago Farfara. Poterium sanguisorba. Sorbus Aria, torminalis; Cotoneaster vulgaris; Amelanchier vulgaris. Rubus saxatilis. Alchemilla alpina; Rosa arvensis u. a.
yllis, Medicago, n, Vicia.	Coronilla montana, vaginalis; Hippocrepis comosa, Hedysarum onobrychis; Lathyrus tuberosus und sylvestris; Medicago falcata; Medicago minima; Trifolium rubens und montanum.
s Mughus.	Taxus baccata. Rhamnus cathartica, saxatilis und alpina. Daphne Cneorum; Passerina annua. Viburnum Lantana.
urzel.	Rhodothamnus Chamaecistus, Rhododendron hirsutum. Teucrium montanum und Chamaedris; Prunella grandiflora.
	Cornus sanguinea.

benden Pflanzen befördert und so viel Feuchtigkeit zusammenhält, daß die Pflanzen neben ihrer hitzigen Nahrung auch so viel Wasser bekommen können, als sie zur vollständigen Assimilirung der Kalksalze brauchen.

Auf der beifolgenden Tafel ist versucht worden, die Charakterflora des Kalkes genauer anzugeben. Es hätte dieselbe vielleicht noch um viele Pflanzen vermehrt werden können, wenn der Verfasser Gelegenheit gehabt hätte, alle diejenigen Gewächse mit eignen Augen zu sehen und zu prüfen, die in andern über diesen Gegenstand handelnden Werken — z. B. in Unger's genanntem Werke — als Kalk bezeichnend aufgeführt werden.

Bemerkung. Die auf beifolgender Uebersicht der Kalkflora eingeklammerten Gewächse zeigten sich auch auf einem eisenschüssigen, sandigen Lehm, welcher keine Spur von Kalkerde wahrnehmen ließ. Sie hält daher der Verfasser nur für Kalkwärme liebend.

§. 208.

Keine Flora zeigt einen größeren Wechsel in den Orten ihres Vorkommens und in ihrer Vergesellschaftung, als die Kalkflora. Der geringste Wechsel von Licht und Schatten, von Wärme und Kälte, von Trockenheit und Feuchtigkeit an ihren Standorten ruft auch neue Formen und Arten in dieser Flora hervor. In der Gesellschaft der Halmfrüchte findet man **Adonis aestivalis, Nigella arvensis, Caucalis grandifolia, Bupleurum rotundifolium, Teucrium Botrys, Lathyrus tuberosus, Melampyrum arvense, Tussilago Farfara,** nie aber eins der wirklichen Kalkgräser; keine Orchidee und Anemone, keins der narkotischen Nachtschattengewächse. Schreitet man vom Getreidefelde dem kalkigen Hügellande zu, so zeigen sich zwischen den schattenlosen Kalkgerölleu vorzüglich **Melica ciliata, Convallaria polygonatum, Anthericum ramosum, Prunella grandiflora, Gentiana ciliata, Coronilla montana, Hedysarum Onobrychis, Adonis vernalis, Anemone Pulsatilla** und **sylvestris, Aster Amellus** u. a. je nach dem Wechsel der Jahreszeiten in bunter Farbenpracht durch einander. Nun betritt man auf den Höhen der Hügel das Gebiet der Sträucher, namentlich von **Cornus sanguinea, Rhamnus Cathartica** und **Corylus avellana** und augenblicklich wechselt auch wieder die Flora.

Viele, ja die meisten der eben genannten Gewächse — z. B. **Adonis vernalis, Anemone Pulsatilla, Anthericum ramosum** — verschwinden und statt ihrer kommen zum Vorschein am Saume oder im Schatten dieser Gesträuche, vorzüglich des Haselnußstrauches, **Lathyrus sylvestris, Physalis Alkekengi** und vor allen die durch ihre abenteuerlichen Blüthenformen so ausgezeichneten Orchideen, so namentlich die **Orchis fusca** und **militaris**, die niedliche **Ophrys myoides** und das an die Tropenorchideen erinnernde **Cypripedium Calceolus.** Ja, es scheint fast, als wenn namentlich die letztgenannten beiden Orchideen ähnlich ihren tropischen Verwandten Südamerika's auf den absterbenden oder verwesenden Gliedmaßen des **Corylus avellana** schmarotzten, oder als könnten sie ihre Lieblingsspeise, die Kalkerde, nur dann erst mit ihren schwachen Wurzelsaugorganen auffaugen, wenn sie schon einmal durch den Pflanzenkörper durchgegangen und eben dadurch mit mehr Kohlensäure versetzt worden ist. (Der Verfasser konnte wenigstens diese beiden Orchideen in Töpfen nie besser aus Samen erziehen, als wenn er der Erde Moder von Haselnußwurzeln zusetzte.) — Endlich betritt man das schattige Gebiet des Waldes und es verschwinden allmählig mit dem Zunehmen des Schattens und der Feuchtigkeit wieder die jetzt betrachteten Gewächse. Zuerst bleibt zurück die **Anemone sylvestris** und statt ihrer erscheint die **Anemone hepatica**; dann verkümmern nach und nach die genannten Orchideen und statt ihrer treten auf die **Epipactis latifolia** mit ihren, je nach der Beschaffenheit des Standortes mannichfach wechselnden Blüthenfarben und die **Cephalanthera rubra** und **ensifolia**, bis endlich im tiefsten Schatten riesiger Buchen, Ahorne und Eschen selbst die Sträucher der Kalkflora nicht mehr gut gedeihen und durch die Wurzelsaugkraft jener üppig wachsenden Bäume der kleineren, schwächeren Flora alle Kalknahrung so weggenommen wird, daß nur noch die flachwurzelnden Pflanzen freudig vegetiren können. Und hiermit verwischt sich der Charakter der Kalkflora. Im buntesten Gewirre drängen sich jetzt die Pflanzen der verschiedenen Charakterfloren durch einander, wenn anders der Boden ein mergeliger oder lehmiger, nicht bloß Kalk, sondern auch Kieselsäure und Kali haltiger ist und die absterbenden Körpertheile aller der ihn bedeckenden Gewächse ihm als Eigenthum verbleiben.

c. Chlorsalzpflanzen.

§. 209.

Obwohl sehr viele Pflanzen und vorzüglich die Steinobstbäume (**Drupaceae**) eine sehr kleine Quantität in Wasser reichlich verdünnter salzsaurer Salze (vgl. die Beschreibung dieser Salze im Abschnitte **A.** §. 102 und §. 103) recht gut zu ihrem Gedeihen brauchen können und namentlich das Kochsalz sich auf recht feuchtem Boden als ein sehr wirksames Düngmittel erwiesen hat, so lehrt doch die Erfahrung und die Betrachtung der Gewächsarten, welche am Meeresstrande, an Salzquellen, auf einem von Salztheilchen durchzogenen Thonboden, wie er sich z. B. in den Salzsteppen Ungarns und Rußlands befindet, wachsen, daß verhältnißmäßig nur wenig Pflanzen, und zwar hauptsächlich sogenannte Wiesengewächse, eine größere Menge dieser Salze ohne Nachtheil für ihre Gesundheit vertragen. Diese werden daher auch die Charakterflora für jeden Boden bilden, welcher eine mehr oder minder große Menge leicht löslicher Chlorsalze enthält. Die wichtigsten Arten dieser Flora möchten etwa folgende sein:

Salsola Kali (Salzkraut)
Chenopodium maritimum
Salicornia berbacea
Atriplex littoralis } **Fam. Chenopodeae.**

Scirpus maritimus und rufus. **Fam. Cyperaceae.**

Juncus bottnicus und balticus
Triglochin maritimum } **Fam. Juncaceae.**

Glyceria maritima und distans
Arundo baltica } **Fam. Gramineae.**

Plantago maritima. **Fam. Plantagineae.**

Glaux maritima. **Fam. Primulaceae.**

Arenaria peploides und marina. **Fam. Alsineae.**

Aster Tripolium
Pyrethrum maritimum } **Fam. Compositeae.**

d. Moderpflanzen.

§. 210.

Ueberall, wo in oder auf dem Boden krankhafte oder absterbende Pflanzenwurzeln, modernde oder verwesende Anhäufungen von Orga-

nismen=, hauptsächlich Pflanzenstoffen unvermischt oder untermengt mit mineralischen Substanzen vorkommen, bildet sich sehr bald eine Flora, deren Hauptnahrung aus den Säuren besteht, die durch den Fäulniß= oder Verwesungsprozeß der oben genannten organischen Massen frei werden, und auf welche Mineralsalze häufig nur in sofern einen ernährenden Einfluß ausüben, als durch sie jener Nahrung erzeugende Prozeß beschleunigt wird. Man kann diese Flora die Moderflora nennen, da sie sich hauptsächlich einfindet, sobald organische Massen zu modern beginnen.

§. 211.

Es kommen indessen die hierher gehörigen Pflanzen weder in gleichen Stadien des Verwesungsprozesses, noch auf jeder Art von Verwesungsmassen vor, sondern während die einen schon auf krankhaften oder absterbenden Wurzeln von noch lebenden Gewächsen emporsprossen, zeigen sich andere von ihnen auf völlig abgestorbenen und in voller Verwesung begriffenen, und noch andere erst auf den ganz in Humus umgewandelten Pflanzenresten, und während die einen nur auf absterbenden oder abgestorbenen Theilen von Holzgewächsen vegetiren, erscheinen die anderen auf den Ueberresten von krautigen Pflanzen. Ja, es scheint selbst das Vorkommen vieler von der Art des verwesenden Gewächses abzuhängen. Dies vorausgesetzt werden namentlich folgende Gewächse zur Moderflora gerechnet werden müssen:

a. auf absterbenden oder fauligen Wurzeln oder Blättern von Holzgewächsen, namentlich von Buchen: Alle diejenigen Pflanzen, welche nichts Grünes an sich haben, sondern ganz weißlich oder ledergelb gefärbt sind, und statt der Blätter mehr oder weniger fleischige Blattschuppen und kleine, aus einem Büschel kurzer fleischiger Zasern bestehende, Wurzeln besitzen. Ihr Leben ist ähnlich den Schwämmen, nur von kurzer Dauer. Bei ihrem Absterben vertrocknen sie und werden schwarz, was wahrscheinlich von dem Genusse ihrer allzu Kohlenstoff reichen Nahrung herrührt. Zu ihnen gehören:

Epipactis oder Neottia Nidus avis
Corallorrhiza innata (R. Br.) } **Fam. Orchideae.**
Epigogium Gmelini (Rich.)

Monotropa Hypopitys (L.) Fam. **Monotropeae.**
Lathraea squamaria. Fam. **Orobancheae.**

Bemerkung. Vielleicht ließ sich diese Sippschaft von Gewächsen noch durch die Arten der Gattung Orobanche, die ihren Sitz hauptsächlich auf den Wurzeln der Leguminösen, des Hanfs, des Tabacks ꝛc. hat, vermehren. Auch möchte der Verfasser geleitet durch seine Erfahrung noch die **Ophrys myoides** und das **Cypripedium Calceolus** hierher setzen. (Vgl. §. 208.)

b. auf in voller Verwesung begriffenen Pflanzensubstanzen von weicher Beschaffenheit, z. B. auf Blätter-, vorzüglich aber auf Gras- und Moos-Anhäufungen. Die hierher gehörigen Pflanzen haben gewöhnlich sehr saftige, dicke Stengel, meist einen unangenehmen, widerigen Geruch, häufig ätzende oder selbst giftige Säfte, und zwar ziemlich starke, aber doch leicht ausziehbare Wurzeln. Gewöhnlich besitzen sie auch große, saftige Blätter. Zu ihnen gehören:

Galeopsis Tetrahit (vorzüglich auf verwesendem Moos und Gras),
Chenopodium Bonus Henricus, glaucum, olidum, murale,
Chelidonium majus,
Papaver Argemone,
(Solanum nigrum),
Datura Stramonium,
Euphorbia Peplus,
Erysimum officinale,
Geranium robertianum,
Urtica urens und dioica,
Mercurialis perennis,
Anthemis Cotula,
Malva alcea.

Bemerkung. 1) Zu diesen Gewächsen möchte der Verfasser vielleicht auch die Arten von **Linaria**, ferner **Digitalis purpurea**, **Epilobium angustifolium**, **Senecio vulgaris** und **Jacobaea** rechnen; denn diese Gewächse, welche in Waldschlägen vorkommen, zeigen sich in der Regel nur da in großer Häufigkeit und Ueppigkeit, wo der Boden recht viel verwesende Pflanzenstoffe besitzt, und verschwinden allmählig, sowie diese Düngstoffe ganz in Humus umgewandelt sind.

2) Einer Pflanze, die ebenfalls in ungemeiner Häufigkeit auf Waldschlägen da, wo die Heide (Erica vulgaris) herrscht, vorkommt und im Verdachte eines lästigen Unkrautes steht, sei hier noch gedacht. Es ist dies die Aira flexuosa. Dieses Gras mit seinen gewaltigen Filzwurzeln scheint nach den Erfahrungen eines sehr erfahrenen Forstmannes und nach den Versuchen des Verfassers das beste Zersetzungsmittel des sogenannten Heidehumus zu sein. Wenigstens hat die Umgegend Eisenachs gelehrt, daß da, wo dies Gras einige Jahre zwischen der Heide gewirthschaftet hatte, diese allmählig verschwand und der durch sie verschlechterte Boden fruchtbarer wurde. Sowie dies geschah, verlor sich auch das Gras selbst wieder.

c. auf Huuusanhäufungen. Zu ihnen gehören vorzüglich alle diejenigen Gewächse, welche am häufigsten auf kultivirtem Boden als Unkräuter vorkommen, z. B.

Aethusa Cynapium,
Alsine media,
Atriplex hastata, rosea ꝛc.
Asperugo procumbens,
Bryonia alba,
Carduus crispus (?),
Conium maculatum,
Glaucium luteum,
Papaver dubium,
Polygonum Hydropiper und nodosum,
Sinapis nigra,
Solanum nigrum,
Urtica dioica und dergl.

Unter den eben angegebenen Moderpflanzen scheinen die unter a und b angeführten den Zweck zu haben, die Verwesungsstoffe zur schnellen Zersetzung zu bringen und in eine geeignetere Pflanzennahrung umzuwandeln. Wenigstens spricht für diese Ansicht die Erfahrung, daß da, wo sie in Häufigkeit vorkommen, die Verwesungsstoffe viel schneller zersetzt werden und, namentlich den jungen Holzflanzen, eine weit zuträglichere Nahrung liefern, als da, wo jene Moderflora nicht in solcher Mächtigkeit auftritt. Vielleicht wird dies dadurch be-

wirkt, daß die Moderpflanzen nur die für andere Gewächse ungenießbaren Stoffe der Düngermassen aufsaugen. Da sie selbst sehr bald verwesen, so nützen sie dem Boden auch noch durch ihren eigenen Körper. — Die unter c angegebenen Pflanzen dagegen schaden mehr, als sie nützen, da sie die besten Stoffe aus dem Humus wegsaugen. Sie werden daher als Unkräuter überall nicht gerne gesehen, obgleich ihr häufiges und üppiges Vorhandensein auf den großen Humusgehalt eines Bodens schließen läßt.

β. Die Naßpflanzen.

§. 212.

Viele Gewächse brauchen während der Periode ihres Wachsthums und ihrer Blüthenbildung größerer Quantitäten Feuchtigkeit, als die in den vorigen §§. betrachteten, sei es nun, daß sie die zu ihrer Nahrung nöthigen Salze nur in sehr verdünnten Auflösungen genießen können, oder daß sie Säuren, namentlich organische, bedürfen, die sich nur in einem recht nassen Boden vorfinden. Diese Pflanzen werden daher nur in einem Boden wachsen, welcher entweder vermöge seiner Gemengtheile oder mittelst seiner Lage oder Umgebung das Vermögen besitzt, sich in einer mehr gleichbleibenden Feuchtigkeit oder gar Nässe zu erhalten. Es ist jedoch zwischen den hierher gehörigen Pflanzen je nach der Menge des Wassers, welches sie zu ihrem Gedeihen brauchen und je nach der Zeit, in welcher sie derselben am meisten bedürfen, sowie auch nach den Nahrungsstoffen, die sie vorzüglich vom Wasser verlangen, ein bedeutender Unterschied zu machen. Diesem Unterschiede gemäß werden die Gewächse, welche zur Naßflora gehören, wohl am besten in Feuchtflanzen und in wahre oder eigentliche Naßpflanzen einzutheilen sein.

§. 213.

Die Feuchtpflanzen brauchen weniger eine große Menge, als vielmehr eine gleichbleibende Quantität Feuchtigkeit, vorzüglich in der Zeit ihres Wachsthums bis zu ihrer Blüthenentfaltung. Daher kommt es auch, daß die meisten von ihnen zu einer Zeit im Jahre, wo der Bo-

den noch mehr Feuchtigkeit besitzt und die Atmosphäre selbst noch feuchter ist, — im Frühjahre — ihre Blüthen entfalten. Dabei bedürfen die meisten einer sich ebenfalls mehr gleichbleibenden Temperatur (im Mittel etwa 6° R.). Ihre Hauptnahrung nehmen sie aus den Verwesungsstoffen; jedoch verlangen auch viele von ihnen eine kleinere oder größere Menge Kieselsäure und kohlensauren Kalis. Nach diesen Voraussetzungen werden sie sich an die Humusflora anschließen und ihre Heimath wird sich vorzüglich auf dem mit Pflanzenresten reich bedeckten Boden recht schattiger Wälder; an dichten, ohne dies schattig gelegenen, Zäunen und Gruppen von Sträuchern; auf engen Waldwiesen, hauptsächlich wenn sie an der Nordseite der Gebirge liegen; auf Wiesen, welche einen feuchten Untergrund haben und von Quellen berieselt oder von Bächen und Flüssen durchzogen werden; auf den am Meeresstrande gelegenen Aeckern; auf Inseln 2c. befinden. Die Repräsentanten dieser Art der Naßflora möchten nun etwa folgende sein:

Jungermanniae,
Equisetum hiemale,
Aspidium Filix max und femina,
Polypodium Dryopteris,
Arundo calamagrostis,
Glyceria fluitans (?),
Stachys sylvatica,
Impatiens Noli me tangere,
Mentha sylvestris und arvensis,
Milium effusum,
Arum maculatum,
Orchis conopsea und bifolia,
Oxalis acetosella,
Trollius europaeus,
Anemone ranunculoides,
Ranunculus Ficaria,
Arnica montana,
Myosotis sylvatica,
Corydalis cava und solida,
Vicia sepium,
Alchemilla vulgaris,

Phyteuma spicatum,
Phyteuma orbiculare,
Alsine media,
Plantago media,
Solanum Dulcamara,
Convolvulus Sepium,
Lythrum Salicaria,
Spiraea Ulmaria u. a.
Mehrere Arten Weiden (Salix caprea, aurita, bicolor, acuminata, viminalis ꝛc.);
Populus alba, canescens, nigra;
Birken (Betula pubescens);
Erlen (Alnus viridis und incana).

Bemerkung. Die eben angegebenen Feuchtpflanzen finden sich namentlich entweder in Wäldern oder auf Wiesen. Der Verfasser fand sie in der Umgegend Eisenachs und auf dem Thüringer Walde jederzeit da, wo der Boden, sei es durch seine Lage oder seine Bestandtheile oder seine große Menge organischer Reste, in einer ziemlich gleichbleibenden Feuchtigkeit erhalten wurde und glaubt deshalb, mit vollem Rechte aus der großen Zahl der Feuchtpflanzen, die man in mancher Beziehung wohl auch die Schattenflora nennen könnte, gerade diese als Repräsentanten aufstellen zu können. Manche von ihnen, so Plantago media, Convolvulus Sepium, Vicia Sepium, Stachys sylvatica, Solanum Dulcamara, Arum maculatum, bilden einen Uebergang von den Modergewächsen zur Naßflora und andere, so Glyceria fluitans, Lythrum Salicaria, Spiraea Ulmaria ꝛc. nähern sich mehr der eigentlichen Naßflora. Eine Pflanze, welche man gewöhnlich zu den Moorpflanzen rechnet, nämlich das Borstengras (Nardus stricta) möchte der Verfasser ebenfalls hierher zählen, da er dasselbe nur auf Naßgallen eines vorherrschend sandigen Bodens am meisten wuchernd fand.

§. 214.

Die wahren oder eigentlichen Naßpflanzen (saure Gräser zum Theil) brauchen stets einer großen Quantität Wassers, welches mit organischen Säuren oder mit Eisenoxydulsalzen so angefüllt ist, daß es in den meisten Fällen sauer reagirt oder selbst Blasen auf der Haut der hineingehaltenen Hand erzeugt. Sie kommen daher nur auf einem Boden vor, welcher entweder vermöge seines

undurchlässigen Untergrundes oder mittelst seines vorherrschend starken Thongehaltes oder durch seine muldenförmige, feuchte und schattige Lage stets so naß gehalten wird, daß die ihm übergebenen Pflanzenüberreste nicht gehörig verwesen können und zu einer übermäßigen Bildung von saurem Humus veranlaßt werden, welcher sich nun wie ein Schwamm voll Wasser saugt und dadurch die ursprüngliche Nässe des Bodens immer mehr steigert. Bilden die fauligen Organismenmassen noch nicht eine zu starke Schichte auf der Mineralkrume oder sind sie selbst noch mit mineralischen Bodenstoffen untermengt, dann stellt dieser Boden gewöhnlich den sogenannten Moor- oder Moosboden dar; besteht aber die Hauptmasse dieses Bodens aus mehr oder weniger ausgebildetem Torfe, dann bildet er den Torfboden. — Je nach diesen Verhältnissen zerfällt nun die eigentliche Naßflora in eine Moor- oder Moosflora und in eine Torfflora. Zu der ersten dieser beiden Floren gehören,

a. wenn der Naßboden vorzüglich von der **Erica Tetralix** gebildet wird:

Vaccinium uliginosum,
Arbutus uva ursi,
Empetrum nigrum,
Scirpus caespitosus,
Juncus squarrosus,
Drosera rotundifolia,
Molinia coerulea;

b. wenn der Naßboden vorzüglich von Moosarten bedeckt wird:

Caltha palustris,
Geum rivale,
Pedicularis palustris,
Lysimachia thyrsiflora,
Parnassia palustris,
Spergula nodosa,
Pinguicula vulgaris,
Valeriana dioica,
Orchis latifolia,
Menyanthes trifoliata,
Sparganium simplex,

Vaccinium oxycoccos,
Eriophorum latifolium und angustifolium.

Zur ächten Torfflora aber gehören (nach Langethal):

Eriophorum alpinum und vaginatum,
„ „ capitatum und gracile,
Schoenus albus, ferrugineus, nigricans,
Carex paradoxa, ampullacea, filiformis, limosa, pulicularis, flava,
Arundo stricta,
Drosera anglica und longifolia,
Andromeda polyfolia,
Ledum palustre,
Comarum palustre,
Cineraria palustris.

Bemerkung. Die eben angegebenen Pflanzen können indessen nur im Allgemeinen als Bestimmer der Zustände des nassen Bodens gelten, da es einerseits unter ihnen Gewächse gibt, welche sowohl auf dem Moor-, als auf dem Torfboden wachsen — z. B. Pedicularis, Drosera und die Eriophorum-Arten, und andererseits zahlreiche Uebergänge zwischen den Bodenzuständen selbst Statt finden. Eine recht genaue und vielseitige chemische und physikalische Untersuchung sowohl der Stoffe, welche der Boden in diesen verschiedenen Zuständen liefert, als auch der Nahrungsmittel der Gewächse, welche in dem oder jenem Zustande des Bodens zum Vorschein kommen, kann allein hierüber eine sichere Bestimmung geben.

γ. Thau- oder Luftpflanzen.

§. 215.

Sobald ein Boden entweder nicht so viel Feuchtigkeit in seiner Masse zusammenhalten kann, als zur Lösung oder Zersetzung seiner mineralischen und organischen Nahrungsstoffe nöthig ist, oder sobald er gar keine Nahrungsmittel und Feuchtigkeit besitzt, vermag er nur solche Pflanzen zu tragen, welche ihre Hauptnahrung aus der Atmosphäre erhalten und entweder nur weniger oder gar keiner Bodennahrung bedürfen. Das Gebiet dieser Pflanzen — die man wohl mit Recht Thau- oder Luftpflanzen nennen kann, da ihr Haupt-

nahrungsspender der nächtliche Thau ist —, beginnt daher bei der kaum einige Linien starken Verwitterungskrume auf Felsmassen und zieht sich über diejenigen Bodenarten, welche vorherrschend aus Quarzsand bestehen oder zu viel Eisenoxyd oder Kalk enthalten und dabei eine luftige, den Sonnenstrahlen ausgesetzte Lage haben, nach den von den Meereswogen ausgeworfenen und befeuchteten Dünen und endet auf dem dürren, glühendheißen und darum nicht einmal Thau erzeugenden Sande der tropischen Wüsten.

Bemerkung. Man nennt die hierher gehörigen Pflanzen gewöhnlich die Sandflora, wiewohl nicht ganz mit Recht, da sie in jedem Boden fortkommen kann, welcher dieselbe Lockerheit, Wärmehaltung und Trockenheit besitzt, wie der vorherrschend aus Quarzsand bestehende Boden, und sie nur deshalb am häufigsten und charakteristischen auf dem Sandboden angetroffen wird, weil keiner der anderen Bodengemengtheile von denselben Eigenschaften wie der Sand, mit solcher Macht auftritt, wie gerade dieser.

§. 216.

Im Allgemeinen zeigt sich die hierher gehörige Flora je nach ihren größeren oder geringeren Forderungen, die sie an den Boden stellt, unter drei Hauptformen:

1) Die neben der vorherrschenden Luftnahrung auch noch humöse oder salzige Bodenstoffe verlangenden Gewächse schließen sich an die genügsamen Irdpflanzen (§. 205) an und zeigen sich hauptsächlich auf einem sandigen Lehm- oder Mergelboden, welcher eine dürre Lage hat. Sie haben vorherrschend filzige oder starke Ausläufer treibende oder peitschenförmige Wurzeln, mit denen sie den armen Boden nach allen Seiten hungrig durchwühlen, und aus denen gewöhnlich die kleinen, häufig niedergestreckten Stengel und linienförmigen, graugrünen oder kleinen eirunden Blätter in Rosettenform oder dichten Rasen hervorkommen, um auf diese Weise die kärgliche Bodenfeuchtigkeit möglichst zusammenzuhalten. Ueberhaupt bemerkt man bei dieser Flora mehr, als bei einer anderen, ein dichtes, ja sich sogar verfilzendes und große Flächen überziehendes Zusammenwachsen der einzelnen Individuen. Unter der großen Artenzahl der hierher gehörigen Gewächse möchte je nach der abnehmenden Ernährungsfähigkeit des Bodens etwa folgende Reihenfolge stattfinden:

Holcus mollis (auf gelockertem Waldboden),
Agrostis spica venti (auf Aeckern),
Agrostis vulgaris (auf gelockertem, aber schon schlechterem Waldboden),
Festuca duriuscula (auf stark gelichtetem Waldboden),
Raphanus Raphanistrum (Ackerland),
Veronica arvensis und verna (Aecker),
Trifolium campestre und spadiceum (Aecker),
Spergula arvensis (Aecker),
Thymus Serpyllum (Aecker, Triften, Schläge),
Chrysanthemum segetum (Aecker),
Dianthus deltoides und Carthusianorum (überall),
Scleranthus annuus (Aecker und Triften),
Myosotis stricta (Aecker und Triften),
Coronilla varia (Triften),
Rumex acetosella (überall an lichten Stellen),
Erigeron canadensis (Ackerland),
Hypericum perforatum
Jasione montana
Genista tinctoria
Genista germanica
Spartium Scoparium
Hieracium Pilosella } (Triften und lichte Waldorte),
Vaccinium Myrtillus
Vaccinium Vitis Idaea } (Wälder),
Erica vulgaris
Pinus sylvestris
Aira flexuosa und praecox
Carex pilulifera
Festuca ovina } (Waldblößen),
Gnaphalium montanum
„ „ **dioicum**
„ „ **arvense**
„ „ **luteoalbum**
„ „ **arenarium** } (Triften und Aecker),

2) Diese noch einiger Bodennahrung bedürfenden Gewächse gehen

durch die zuletzt genannten Arten allmählig (namentlich durch das **Gn. arenarium**) in eine Flora über, welche sich hauptsächlich auf einer äußerst flachgründigen Krume, wie sie sich eben erst durch die Verwitterung von Felsmassen bildet, oder an den abschüssigen Gehängen von steinigen Bergen zeigt. Pflanzen mit kleinen Wurzeln und grau- oder blaugrünen Stengeln und Blättern, die entweder linienförmig oder fleischigschuppenförmig sind, herrschen in dieser Abtheilung der Luftflora vor und werden hauptsächlich repräsentirt durch

mehrere Arten Nelken (**Dianthus prolifer, caesius, plumarius**),
Ornithogalum saxatile,
Gypsophilla muralis,
Draba verna,
Sedum acre und reflexum,
Echium vulgare,
Bromus tectorum 2c.

3) Da, wo das eigentliche Sandgebiet beginnt und der aller Verbindung bare Trieb- und Flugsand herrscht, da hat die Pflanze nichts mehr von der Erdkrume zu erwarten, da können nur solche Gewächse noch gedeihen, welche einerseits mittelst stark sich verfilzender, nach allen Seiten hin auslaufender Wurzeln sich in dem bindungslosen Sandgehäufe festklammern können, und andererseits mittelst dichter Rasen von schmalen, meist behaarten, wenig verdunstenden Blättern befähigt sind, haushälterisch die vom nächtlichen Thau ihnen dargereichte Nahrung und Feuchtigkeit festzuhalten. Zu ihnen gehören namentlich:

Dianthus arenarius,
Statice arenaria,
Arenaria rubra,
Scleranthus perennis,
Plantago arenaria,
Carex Schreberi, arenaria, ericetorum, hirta etc.,
Aira canescens und die für die Bindung und Kultivirung des leicht beweglichen Dünensandes so wichtigen Grasarten: **Arundo arenaria** und **Elymus arenarius.**

§. 217.

Wo keine Luftpflanze mehr wächst, da kann noch viel weniger eine Naß- oder Irdpflanze gedeihen; die Luftflora bildet demnach die Grenze des Gebietes, innerhalb dessen die verschiedenen Floren des Gewächsreiches sich ausbreiten und wohnlich einrichten. Aber wie sie das Ende dieses Gebietes bezeichnet, so ist sie auch als der Anfang desselben zu betrachten. Sie ist das Mittel, dessen sich die Natur bedient, um einerseits das durch die Atmosphärilien morsch gemachte Gestein vollends in tragbare Erde umzuwandeln und dem unwirthbaren Quarzsande die zur Fesselung von Feuchtigkeit und Nahrungsstoffen nothwendige Bindigkeit zu verschaffen, und andererseits die durch die sogenannte Kultur des Menschen oder durch ungünstige Naturereignisse arm gewordene Erdkrume allmählig wieder in einen fruchtbaren Zustand zu versetzen.

Bemerkung. Daß selbst der unwirthbare, immer bewegliche Dünensand am Ende bindig und fruchtbar gemacht werden kann, lehren die Sanddünen in der Bucht von Arkachon, westlich von Bordeaux. Bremontier, ein französischer Ingenieur, legte auf der kaum geneigten Ebene vor den Dünenwällen eine Aussaat von Kiefern und Ginster an und bedeckte sie zum Schutze mit grünen Zweigen, die mittelst hölzerner Haken gut in den Boden befestigt und deren Zweige gegen das Ufer hin gerichtet wurden, damit der Wind weniger Gewalt auf die Blätter derselben ausüben konnte. Die Samen keimten unter diesem Schutze bald und die jungen Pflänzchen entwickelten sich sehr rasch und kräftig. Nach 5—6 Jahren waren sie so stark, daß hinter ihnen eine weitere Kultur vorgenommen werden konnte, die eben so gut gedieh. Nach 16 Jahren zeigten die Kiefern der ersten Anpflanzung eine Höhe von 30 Fuß. Der Anfang zu dieser Kultivirung der Dünen war 1787 gemacht worden, im Jahre 1809 nahmen die gelungenen Pflanzungen schon einen Flächenraum von 10000 bad. Morgen ein. (Vergl. Walchner's Geognosie. 3. Lief. S. 423 ff.)

---

d. Der Boden als Zusammenhalter der Nahrungsstoffe.

§. 218.

Die in den §§. 203—216 beschriebenen Charakterfloren sind bezeichnend nicht nur für den Fruchtbarkeitszustand der verschiedenen Bodenarten, sondern auch für den Entwickelungsgang eines und desselben Erdreichs, so daß man aus ihrem Auftreten und Verschwinden auf

das Vorwärtsschreiten, Stehenbleiben und Rückwärtsgehen der Entwickelung des von ihnen bewohnten Bodens schließen kann. Auf diese Weise wird eine Erdkrume, sobald keine widrigen Einflüsse von außen sie in ihrer Fortbildung stören, nach und nach zur Trägerin sämmtlicher Charakterfloren werden und je nach dem Erscheinen, Herrschendwerden und Verschwinden jeder einzelnen dieser Floren vorzüglich folgende vier Entwickelungs- und Fruchtbarkeitsperioden wahrnehmen lassen:

Erste Periode: Auf der verwitternden Felsoberfläche oder in der bindungslosen Kies- und Sandanhäufung erscheint die Luft- oder Thauflora. Theils durch ihre Verwesungsprodukte, theils durch das weit und breit umherrankende Netz ihrer Wurzeln macht sie ihren öden, in jeder Art armen Standort nicht nur bindiger, sondern auch feuchter. Bei nicht ganz ungünstiger Bodenlage stellen sich daher bald schon die genügsamen Repräsentanten der Feuchtflora ein. Liegt die sich bildende Bodenmasse so, daß sie zeitweisen und längeren Wasserüberfluthungen ausgesetzt ist oder ist überhaupt ihre Lage naß, dann stellen sich jetzt schon wahre Moorpflanzen — Moorheide und Wassermoose — ein. Mit dem Erscheinen dieser Gewächse aber ist der weiteren Fortbildung des Bodens ein Ende und für Moor- und Torfbildung der Anfang gemacht.

Zweite Periode: Durch die Feuchtflora, welche sich zu Ende der vorigen Periode auf dem flachgründigen, noch wenig erdige Theile besitzenden und darum an Salzen noch dürftigen Erdreich bildete, wird bei ihrer Verwesung so viel Moder und Feuchtigkeit gebildet, daß die an unzersetzten Mineralstoffen noch überreiche Krume besser verwittern und größere Bindigkeit annehmen kann. Da, wo sie sich stark anhäuft, erscheinen nun zwischen ihr und auf ihren vermodernden Massen die Moderpflanzen und mit ihnen beginnt die dritte Periode.

Dritte Periode: Die Moderpflanzen zehren von dem dürftigen Humus der vorigen Floren und verbessern die von ihnen bewohnte Krume einerseits dadurch, daß sie die vollständige Zersetzung der Ueberreste jener Floren beschleunigen, und andererseits dadurch, daß sie bei ihrer eigenen Verwesung mehr

und besseren Humus liefern, der nun durch seine Säuren die Verwitterung der unter ihm lagernden rohen Mineralkrume befördert. Daher erscheint der Boden in und namentlich am Ende dieser Periode schon vermögend zur Erziehung von eigentlichen Irdpflanzen.

Vierte Periode. Den Anfang dieser Periode bezeichnen vorzüglich kohlensaures Kali liebende und mehr flachwurzelige Irdpflanzen. Ist aber erst durch diese der Boden noch mehr bereichert und tiefgründiger geworden, dann endlich sprossen auch empor die ungenügsameren Gewächse, die neben dem Kali die Kalk- und Talkerdesalze der tieferen Bodenkrume begehren. In bunter Ueppigkeit stehen nun alle Gewächse da, jedes durch normale Entwicklung des Körpers seinen reichen Wohnsitz verkündend, keins das andere beeinträchtigend, jedes für sich lebend und doch, wenn auch unbewußt und willenlos, das andere unterstützend. — Wird in dieser Periode der Boden nicht durch Wasserfluthen seiner Krumentheile beraubt oder mit wüstem Gerölle verschüttet, oder wird jetzt nicht durch des Menschen und der Thiere Gewalt die zur Hebung seiner Produktionskraft nothwendige Kette seiner Gewächse zerstört, dann erhält er sich in seinem einmaligen reichen Zustande, da die von ihm gepflegten Gewächse bei ihrem Absterben ihm nicht nur Alles das wieder geben, was sie ihm während ihres Lebens genommen haben, sondern auch noch durch ihre Verwesungsprodukte von seinen unzersetzten Bestandtheilen immer neue Nahrungsstoffe abzugewinnen wissen. Treten aber hauptsächlich durch allzu starke Wegnahme von schirmenden Gewächsen Störungen oder Veränderungen in seinen physikalischen oder chemischen Eigenschaften ein, dann findet auch eine Hemmung seiner Nahrungserzeugung statt, welche sich gleich Anfangs schon durch das Verschwinden der ungenügsameren Arten seiner Irdpflanzen und durch das Auftauchen einer niederen Flora offenbart.

§. 219.

So lange der Boden im Dienste der Natur allein steht, kommen nicht leicht solche Störungen vor, die ihn aus seiner vierten

Periode in eine viel tiefere versetzten; sobald er aber einmal der kultivirenden Hand des Menschen anheim gefallen ist, dann beginnt eine Reihe von Störungen in ihm, welche wegen ihrer unaufhörlichen Wiederkehr immer unheilbarer werden und um so schneller seine Fruchtbarkeit zerstören können, je weniger der Mensch die Produktionskraft des von ihm kultivirten Bodens überhaupt kennt und berücksichtigt, je mehr er denselben mit ungenügsamen, vieler Salze bedürfenden Gewächse bepflanzt, ohne ihn mit einer zweckmäßigen Düngung zu unterstützen, und je mehr er dazu noch Reizmittel anwendet, um einerseits die Gewächse zu einer möglichst gesteigerten Lebensthätigkeit und Erzeugung des höchsten Massenertrages anzutreiben, und andererseits möglichst große Quantitäten Bodennahrstoffe aufzuschließen. Besitzt unter solchen Verhältnissen ein Boden nicht ein bestimmtes Zusammenhaltungs-Vermögen seiner Nahrstoffe, so wird er in kurzer Zeit ganz ausgesogen und vielleicht für immer auf die niedrigste Stufe seiner Ertragsfähigkeit zurückgeworfen.

§. 220.

Diese Zusammenhaltung der Nahrstoffe offenbart sich in dem Boden durch das Vermögen desselben, seine Salze und Säuren bis zu einem gewissen Grade in sich anzusammeln und festzuhalten, so daß selbst die nach diesen Stoffen gierigsten Pflanzen sie nur allmählig (aber eben darum auch um so nachhaltiger) zur Nahrung erhalten können und auch das Wasser nur unter gewissen Verhältnissen dieselben auszulaugen vermag. Sie wird hervorgebracht

1) dadurch, daß sich stets eine Quantität von den Nahrstoffen des Bodens, seien es Salze oder Säuren, in Verbindungen vorfinden, die im reinen Wasser gar nicht oder nur in sehr geringen Quantitäten auflöslich sind. Zu solchen Verbindungen gehören nun zunächst im Allgemeinen alle, dem Boden beigemengten, Mineralbröckchen, welche nur allmählig verwittern und darum auch nur nach und nach auflösliche Pflanzennahrstoffe frei werden lassen, sodann im Besonderen die kieselsauren Salze und die kohlensaure, schwefelsaure und phosphor-

saure Kalk- und Talkerde. Diese Salze sind sämmtlich nur dann auflöslich im Wasser, wenn dasselbe eine bestimmte Quantität Kohlen- oder Humussäure enthält. Da nun aber diese Säuren nur sehr schwache Verwandtschaften besitzen, so muß schon eine große Quantität derselben vorhanden sein, wenn sie auch nur einen Theil der eben genannten Salzverbindungen frei und auflöslich machen sollen. Hauptsächlich gilt dies von den Salzen der alkalischen Erden. — Daher kommt es, daß z. B. der kalkige Boden nur dann erst seine wahre Fruchtbarkeit äußert, wenn er viel verwesende Pflanzenreste enthält und so im Schatten gehalten wird, daß das Kohlensäure haltige Wasser nicht so leicht verdunsten kann. Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Boden der Basaltgesteine, welcher sich da am fruchtbarsten zeigt, wo zwischen seinen groben Steingeröllen Ritzen und Spalten sind, in denen das kohlensaure Meteorwasser nachhaltiger auf die noch unaufgeschlossene kieselsaure Kalk- und Talkerde einwirken kann. Gewiß hat noch Jeder sich gewundert, wenn er zwischen diesem wüsten Gehäufe von Steinblöcken eine so üppige Vegetation bemerkte! Aber in allen diesen Fällen werden immer nur kleine Quantitäten Salze und Kieselsäure frei und löslich gemacht, so daß der Reichthum des Bodens für ewige Zeit gesichert erscheint, ja nicht eher aufhören wird, als bis kein Körnchen von seinen Geröllen mehr vorhanden ist. — Ganz anders dagegen zeigt sich ein Boden, welcher vorherrschend kohlensaure, schwefelsaure und salzsaure Alkalien, also lauter leicht lösliche Salze enthält. Er zeigt sich zwar Anfangs fruchtbarer, als irgend ein anderer Boden; er wird aber auch um so schneller seine Fruchtbarkeit verlieren, je mehr man ihn mit Gewächsen bepflanzt, welche die obigen Salze gierig verlangen und je mehr man ihn noch außerdem mit Stoffen düngt, welche — wie z. B. der Aetzkalk und Mergel — die noch weniger löslichen jener Salze in leicht lösliche Verbindungen umwandeln.

2) dadurch, daß der Boden einen Hauptgemengtheil besitzt, welcher nicht nur eine stark mechanische Anziehung zu den verschiedenen Säuren und Sal-

zen besitzt, sondern auch die Wärme, welche bekanntlich alle Lösungen befördert, nicht zu stark in dem Boden wirken läßt. Unter allen Bodengemengtheilen besitzt der Thon diese Eigenschaften am stärksten, wie früher gezeigt worden ist; er ist also für die Zusammenhaltung der Nahrstoffe in einer Erdkrume von der größten Wichtigkeit, auch schon darum, weil er wegen seiner Undurchlässigkeit die etwa in seinem Wasser aufgelösten Nahrstoffe nicht auslaugen läßt. Aber was er auf der einen Seite gut macht, verdirbt er durch seine Nässe auf der andern Seite wieder. Denn indem er mittelst derselben die Wärme und Luft allzu sehr aus dem Boden verdrängt, werden auch alle chemische Prozesse, durch welche Nahrstoffe frei gemacht werden, zu stark verzögert. Es müssen darum dem Thone noch Gemengtheile beigegeben sein, welche jene widrigen Eigenschaften desselben schwächen. Die Natur benutzt dazu das Eisenoxyd, den Sand und den kohlensauren Kalk. Jedoch dürfen wiederum diese Stoffe, welche entweder den Wärme- und Verdunstungszustand des Thons oder die Aufschließung seiner Nahrstoffe befördern sollen, nicht in solcher Quantität beigemengt sein, daß dadurch die oben genannten guten Eigenschaften des Thons geschwächt oder gar vernichtet werden.

3) dadurch, daß die absolute Lage und der Untergrund von der Art sind, daß sie einerseits die im Wasser aufgelösten Nahrstoffe nicht fortfluthen lassen und andererseits Stoffe besitzen, aus denen mit der Zeit der Boden seine ihm durch die Pflanzen entrissenen Nahrstoffe wieder ersetzen kann. Was den ersten dieser beiden Punkte betrifft, so ist schon aus dem, was früher über den Untergrund mitgetheilt worden ist, ersichtlich, daß eine geneigte Bodensohle das Auslaugen der Bodennahrstoffe befördert, während ein wagrechter oder etwas muldenförmiger Untergrund unter sonst günstigen Verhältnissen diese Stoffe mehr zusammenhält. Im Betreff des zweiten Punktes wird ein thoniger oder mergeliger oder aus morschem verwitternden Gestein bestehender Untergrund der beste sein.

Bemerkung. Daß auch eine gewisse Tiefgründigkeit des Bodens einen großen Einfluß auf sein Zusammenhaltungsvermögen der Nahrungsstoffe hat, ist schon §. 153 unter 4. erwähnt worden.

§. 221.

Mögen indessen die Bedingungen, von denen die Zusammenhaltung der Nahrstoffe in einem Boden befördert wird, noch so günstig sein, so werden sie die allmählige Verarmung des Bodens doch nur aufhalten, aber für den Verlauf der Zeiten nicht durchaus abwehren können, da der Mensch zur Befriedigung seiner immer steigenden Bedürfnisse durch wiederholtes Umackern und Auflockern, durch häufig angewendete Aufschlußmittel, — z. B. durch gebrannten Kalk, Mergel, Gyps, Knochenasche ꝛc. — selbst den geizigsten und sparsamsten Boden zur reichlichen Hergabe von Nahrungsmitteln zu zwingen versteht. Werden nun unter solchen Verhältnissen dem fort und fort spendenden Boden nicht von Zeit zu Zeit Fristen gegeben, in denen er aus seinen noch unzersetzten oder unverwesten Nebenbestandtheilen frische Nahrung entwickeln kann, oder Substanzen zum Ersatz dargereicht, die durch ihre Zersetzung dem Boden neue Nahrungsstoffe überliefern, so muß er zuletzt so weit herabsinken, daß er nichts weiter als Luft- oder Naßpflanzen produciren kann.

Alles dies erkannte auch der Mensch schon frühzeitig und suchte deshalb dem Boden durch künstliche Verbesserungsmittel zu Hülfe zu kommen. Die wichtigsten unter diesen, die Fruchtbarkeit eines Bodens entweder erhaltenden oder vermehrenden Mitteln sind nun die Auflockerung des Bodens, die Brache, der Fruchtwechsel und die Düngung.

Was zuerst die Auflockerung des Bodens betrifft, so hat sie zum Zweck,

1) die in den unteren Bodenschichten liegenden, noch nicht zersetzten oder der Pflanzenernährung nachtheiligen, organischen oder mineralischen Beimengungen mit der Luft in Berührung zu bringen, um dadurch ihre vollständige Umwandlung in Nahrstoffe herbeizuführen oder sie durch höhere Oxydation unschädlich zu machen;
2) der Erdkrume eine gleichmäßigere Verbindung ihrer Theile und hierdurch eine geregeltere Haarröhrchen-Anziehung zu verschaffen;
3) das in den tieferen Lagen etwa im Uebermaße vorhandene Wasser zum Verdunsten zu bringen und dadurch zur Abgabe seiner gelöst haltenden Nahrstoffe an die oberen Bodenschichten zu zwingen;

4) um dem, der Oberkrume zur Sohle dienenden, mürben, bröckeligen Gesteine mehr Luft zur schnelleren Verwitterung zu verschaffen.

Bemerkung. Ob diese Auflockerung oft wiederholt werden muß und ob sie nur die oberen Lagen eines Bodens oder auch seinen Untergrund berühren darf, das hängt sowohl von den physikalischen Eigenschaften seines Hauptbestandtheils, als von den chemischen Beimengungen des Untergrundes ab. Sandige Boden dürfen nicht so oft aufgelockert werden, als thonige, und enthalten die Schichten des Untergrundes z. B. viel Eisensalze, so wird nach jeder Auflockerung desselben die obere Krume so lange unfruchtbar werden, bis diese Salze sich höher oxydirt haben und dadurch unlöslich geworden sind.

Mit der Auflockerung des Bodens ist gewöhnlich die Brache verbunden. Durch sie soll ein doppelter Zweck erreicht werden:

1) soll sie dem zuvor tüchtig aufgelockerten Boden Zeit geben, daß er sich durch Anziehung von Feuchtigkeit wieder mehr setzt und dadurch zur Festhaltung der ihm später übergebenen Pflanzen gehörige Bindigkeit erlangt;
2) soll sie aber auch dem Boden Frist verschaffen, daß er aus seinen noch unzersetzten Organismen- oder Mineralresten neue Nahrstoffe entwickeln kann.

Einen ähnlichen Zweck, wie durch die Brache, sucht man durch den Fruchtwechsel zu erreichen. Er besteht darin, daß man in abwechselnden Zeiträumen auf einem und demselben Boden Pflanzen erzieht, welche entweder verschiedene Anforderungen an die Ernährungsfähigkeit des Bodens machen, oder, wenn sie auch gleiche Bedürfnisse haben, doch nicht aus einer und derselben Bodenschichte ihre Nahrung holen, indem die einen von ihnen flach ziehende, die andern aber tief in den Boden hinabsteigende Wurzeln besitzen.

Im ersten Falle erzieht man in einem Boden im ersten Jahre z. B. eine Pflanze, welche vorherrschend Kieselsäure, Phosphorsäure und Talkerde zu ihrem Gedeihen braucht (Weizen), und läßt dann im zweiten Jahre eine Pflanze folgen, welche die eben genannte Nahrung wenig oder nicht braucht, dafür aber andere Stoffe, z. B. Kali, Kalkerde und Schwefelsäure, vom Boden verlangt (Kartoffel). Durch diese verschiedenen Bedürfnisse werden dem Boden abwechselnde Fristen gegeben, in denen er alle Mal wieder die Nahrstoffe ansammeln kann, welche die später auf ihm wachsen sollende Pflanze braucht. Im zweiten der oben genannten Fälle läßt man in einem Jahre flachwurzelige, im darauf folgenden Zeitraume aber tiefwurzelige Pflanzen in einem Boden wachsen. Während der Zeit, wo die flachwurzeligen Gewächse der oberen Schichte der Ackerkrume die Nahrung entziehen, ruht die untere Lage derselben und in der Zeit, wo die tiefwurzeligen Pflanzen die untere Krume aussaugen, kann sich die obere Lage des Bodens wieder erholen.

Durch die eben angegebenen Verbesserungsmittel werden dem Boden keine Stoffe von außen her zugeführt, aus denen er einen Ersatz für die ihm entzogenen Nahrungssubstanzen erhalten könnte, sondern nur Fristen oder Gelegenheit gegeben, daß er aus seinen noch rohen Bestandtheilen neue Pflanzennahrmittel zubereiten kann. Anders dagegen ist es mit den Düngungsmitteln, die man in kürzeren oder längeren Zeitperioden dem Kulturboden einverleibt. Diese sollen

entweder die in einem Boden vorhandenen Nahrstoffe aufschließen, indem sie

a. unlösliche Bodensalze in lösliche umwandeln, — z. B. kieselsaure Alkalien, kohlensaure oder phosphorsaure Kalk- und Talkerde —

b. für die Pflanzenernährung schädliche Substanzen in zuträgliche Nahrmittel verwandeln (z. B. die freie Schwefel- und Humussäure) oder ganz unschädlich machen (z. B. das schwefelsaure Eisenoxydul durch Entziehung seiner Säure und höhere Oxydation seines Eisens);

c. durch gleichmäßige Untermengung einen nassen, kalten, festen, gegen die Luft verschlossenen Boden auflockern und wärmen und empfänglicher für die Luft machen, oder einer heißen, losen, keine Feuchtigkeit haltenden Krume mehr Bindigkeit und Feuchtigkeit verschaffen.

Die Universaldüngmittel für diese drei Fälle geben der Humus und der Mergel ab; für a. und b. außerdem der gebrannte oder kohlensaure Kalk, der Gyps, die Knochenasche ꝛc.

oder einen Boden mit Nahrstoffen versorgen, sei es nun, um einen an sich wohlhabenden Boden für die Kultur irgend einer Pflanze zugänglich zu machen, deren Hauptnahrungssalze er gerade nicht oder wenigstens nicht in der nöthigen Quantität besitzt — z. B. phosphorsaure Talkerde — oder um die Ernährungsfähigkeit eines armen Bodens zu schonen und für längere Zeit hinzuhalten, oder endlich um einen ganz ausgesogenen Boden mit neuen Nahrungsstoffen zu begaben und dadurch wieder fruchtbar zu machen.

Um diese Zwecke mittelst des Düngers zu erreichen, ist es nothwendig, einerseits die Natur des Bodens genau zu kennen und andererseits zu wissen, weche Ansprüche die oder jene Kulturpflanze an den Boden macht. Chemische Untersuchung des Bodens, des Düngers und des Aschengehaltes der zu erziehenden Gewächse, sowie eine sorgfältige Beobachtung der auf einem Boden wildwachsenden Pflanzen sind für diese Zwecke unumgänglich nothwendig. Durch diese allein wird man erfahren, wenn, wieviel und welche Düngstoffe für je einen Boden anzuwenden sind, und ob man für die oder jene Pflanze einen Boden z. B. erst mit kohlensaurem Kali oder mit phosphorsaurer

Kalkerde, oder mit einem schwefelsauren Salze ꝛc. versorgen muß. Beachtet man jene Untersuchungen nicht, so wird man nicht nur eine Menge oft theuern Düngers unnütz verschwenden, sondern auch oft Düngmittel anwenden, die einem Boden oder einer Pflanze entweder das gar nicht gewähren, was sie geben sollen, oder nicht in der Quantität liefern, wie es nöthig ist, und oft geradezu die Fruchtbarkeit eines Bodens vielleicht auf lange Zeiten hin ruiniren.

Bemerkung. Die kritische Aufführung der einzelnen Düngerarten gehört nach des Verfassers Ansicht nicht in die allgemeine Bodenkunde, sondern entweder in die Agrikulturchemie oder in die angewandte Bodenkunde, Agronomie ꝛc. Uebrigens ist da, wo von den Bestandtheilen des Bodens gesprochen wurde, und im §. 200 der wichtigsten Düngmittel gedacht worden. Außerdem vergleiche man hierzu noch

Petzholdt's Agrikulturchemie, 15. — 19. Vorlesung.
Boussingault's économie rurale. Paris, 1844.
Liebig's organ. Chemie. 5. Auflage.
Sprengel's Düngerlehre.
Stöckhardt, Lehm als Düngmittel, in der landwirthschaftlichen Zeitschrift für das Königreich Sachsen. 1846. 1 Heft.

F. Eintheilung und Beschreibung der Bodenarten.

§. 222.

Wenn ein Hauptgemengtheil entweder für sich allein oder in Verbindung mit einem oder zwei anderen Gemengtheilen eine Bodenmasse zusammensetzt, welche in vielen Gegenden der Erdoberfläche bedeutende Gebiete einnimmt, so nennt man diese Bodenmasse eine Bodenart.

Zur deutlicheren Uebersicht der Fruchtbarkeitsverhältnisse und der Zusammensetzung dieser Bodenarten hat man dieselben ähnlich wie die Felsarten in ein bestimmtes System zusammenzustellen versucht und zur Begründung dieses Systems entweder die physikalischen Eigenschaften, oder die Produktionsfähigkeit, oder die chemische Zusammensetzung, oder endlich die geognostische Abstammung der Bodenarten benutzt.

Wenn man bedenkt, daß der Boden ein Verwitterungs- oder Zersetzungsprodukt von Felsarten und Organismenresten ist, welches fort und fort den Einflüssen der Atmosphärilien, der Pflanze und des Menschen preisgegeben und eben deshalb in jedem Augenblicke Veränderungen unterworfen ist, ja in vielen Fällen durch Wasserfluthen nicht blos von seiner ursprünglichen Lager- und Bildungsstätte weit weggeschwemmt, sondern auch mit den Ueberresten anderer fortgeflutheter Bodenmassen untermischt erscheint, so wird man wohl leicht einsehen, daß eine streng wissenschaftliche Eintheilung und eine qualitativ und quantitativ festgestellte Begriffsbestimmung der verschiedenen Bodenarten nicht gut möglich ist, zumal wenn man zur Charakterisirung einer Bodenart nur ein einziges Merkmal, sei es nun ein physikalisches, chemisches oder geognostisches benutzt. Da dies Letztere aber bis jetzt in fast allen Bodensystemen geschehen ist, so erscheint jedes dem Praktiker mehr oder weniger unpraktisch. — Dies hat den Verfasser bewogen, in der folgenden Eintheilung nicht blos eine Zusammenstellung der Bodenarten nach ihren Gemengtheilen, physischen Eigenschaften und ihrer Charakterflora aufzustellen, sondern auch ein geognostisches Boden-

system anzugeben, in welchem vorzüglich auf das Verhalten der Gebirgsarten zur Bodenbildung Rücksicht genommen ist.

I.

Zusammenstellung der Bodenarten nach ihren Hauptgemengtheilen, vorherrschenden Eigenschaften und Charakterfloren.

A. Bodenarten, in deren Masse nur ein oder höchstens zwei Gemengtheile vorherrschen.

A. Sie bestehen ihrer Hauptmasse nach aus mineralischen Stoffen (mineralische Bodenarten):

a. Nicht (oder nur sehr wenig und stellenweise) mit Säuren aufbrausende Krumen (kalkloser Mineralboden).

§. 223.

I. Sandige Bodenarten. Sie geben beim Abschlämmen mehr Sand als Thon; höchstens 8 — 15 Prozent Thon und wenigstens 75 Proz. Sand von verschiedenen Mineralien, vorzüglich aber von Quarz. — Körnig bis staubig; fast ohne alle Bindung und Wasserhaltung; zur Erhitzung geneigt. — Gebiet der Luftflora (§. 215 bis 216) und, bei nasser Lage und undurchlässigem Untergrunde, der Moos- und Torfflora (§. 214). — Viel Dünger, Beschattung und eine etwas feuchte Lage brauchend, wenn sie einigermaßen fruchtbar sein sollen. — Zur Erhöhung ihrer Fruchtbarkeit ist die Beimengung von Stoffen nöthig, welche sie nicht nur feuchter, sondern auch bindiger machen.

Arten:

1) Gemeiner Sandboden: fast nur aus Quarzkörnern bestehend und ganz unfruchtbar; höchstens in feuchten Lagen **Arundo arenaria, Elymus arenarius** und **Pinus sylvestris** producirend — (Dünenboden).

2) Krümlicher Sandboden: 80 — 90 Proz. feineren und gröberen Sandes, zum Theil aus Feldspathkörnern

und Glimmerblättchen bestehend und 8 — 10 Proz. Thon enthaltend. Im Allgemeinen der im §. 216 unter 2. genannten Pflanzen. Kann durch wiederholte Düngung verbessert werden. Im Anfange zur Bildung von Wachs- und Harzhumus geneigt.

3) Lehmiger Sandboden, mit 75 — 85 Proz. Sand und 10 — 20 Proz. Thon. Selten über 2 Proz. Humus. Leicht an Dürre leidend. Im feuchten Zustande braungrau; trocken, aber bräunlich-gelblich-grau. Oft schon ziemliches Material zur Bildung von Kalisalzen besitzend und bei nicht zu trockener Lage, wiederholter Düngung und öfterer Brache schon gut geeignet zum Anbau von Roggen, noch besser aber zur Erziehung von Kartoffeln, Rüben, Tobinambour, Hirse, Taback und Buchweizen. — Von Natur der Sitz der Luftpflanzen im §. 216 unter 1.

4) Mergeliger Sandboden (vergl. Mergelboden).

Bemerkung. Die sandigen Bodenarten können nur solche Düngstoffe brauchen, welche nicht zu viel Feuchtigkeit zu ihrer Verwesung bedürfen, bald verwesen und nicht zu hitzig sind. Auch müssen diese Düngstoffe bald und etwas tief untergeackert werden, weil sie sonst verdorren. Im Walde dürfen sie nie des Schattens beraubt werden.

Vorkommen dieser Bodenarten.

Der reine Sandboden findet sich hauptsächlich am Meeresgestade oder im Innern von Erdtheilen da, wo durch starke Windströmungen die Meeresdünen landeinwärts getrieben werden konnten. Dieser durch Wasserfluthen abgesetzte Sandboden unterscheidet sich in der Regel durch seine Feinkörnigkeit und seinen starken Gehalt von Quarzkörnern von den durch Felsverwitterung entstandenen Arten des Sandbodens. Diese letzteren, welche außer ihrem Quarzgehalte auch noch eine größere oder geringere Quantität von Feldspathstückchen, Glimmerblättchen, Thon, Kalk oder Mergel besitzen, lagern vorzüglich auf den Hoch- oder

Gebirgsebenen der Sandsteinformationen, vorzüglich solcher, welche ein kärgliches Bindemittel besitzen; an den sanften Gehängen der Berge, welche aus Conglomeraten mit sandigem Bindemittel, aus Quarzporphyren, quarzreichen, kleinkörnigen Graniten ꝛc. bestehen. Häufig findet man sie auch an den Gehängen von feldspathreichen Graniten. In diesem Falle sind sie als die Reste eines sandigen Thonbodens zu betrachten, dessen thonige Bestandtheile im Zeitverlaufe durch Regengüsse nach dem Fuße der Berge hin fortgefluthet worden sind.

---

§. 224.

II. Thonige Bodenarten. Sie geben beim Abschlämmen mehr oder doch eben so viel Thon als Sand oder zeigen überhaupt über 20 Prozent abschlämmbarer Theile. Je nach der Menge des Thones bald mehr bald weniger Bindigkeit, Feuchtigkeitsansaugung und Wasseranhaltung zeigend. Im Allgemeinen der Sitz der meisten Charakterfloren, nur nicht der eigentlichen Kalk- und Luftflora.

1) Boden des mürben Thones: Im trockenen Zustande locker, mürbe bis lose; nicht oder nur sehr wenig berstend; sich mehr oder weniger mager anfühlend und wenig oder nicht am Fingernagel glättend. Stets viel Eisenoxyde enthaltend und darum ockergelb bis dunkelbraun, in's Grauliche und Schwarzliche ziehend. Vergl. hierzu §. 42 und §. 43. Im Allgemeinen sehr fruchtbare, aber des Schattens oder einer etwas feuchten Lage mehr oder weniger bedürftige Bodenarten und der Sitz der Kieselsäure-, Kali- und Moderflora.

α. Lehmboden: Lehm, wie er im §. 47 beschrieben worden ist, mit 45—66 Proz. gröberen und feineren, schon durch das bloße Gefühl oder Ge-

sicht bemerkbaren und durch Schlämmen abscheidbaren Sandes und (meist) 6—10 Proz. Eisenoxydationen. Außerdem auch meist einige Proz. Kalk. Die Eigenschaften des im §. 47 und §. 48 beschriebenen Lehms um so deutlicher zeigend, je mehr sein Gehalt an groben Sand zurücktritt und das Eisen als Oxydhydrat sich bemerklich macht. Im Allgemeinen ein tüchtiger Luft- und Feuchtigkeitsansauger und eben deshalb ein guter Düngerzersetzer; darum aber auch der wahre Sitz des milden Humus, dessen Gehalt bis zu 6 Proz. steigt. So lange in ihm der Gehalt an abschlämmbaren Theilen nicht unter 25 Proz. herabfällt, ist er für die Kali-, Kieselsäure- und Moderflora der geeignetste Boden; kommt zu seinen gewöhnlichen Bestandtheilen noch etwas Kalk, so zeigt er auch Glieder der Kalkflora in üppigem Wachsthum und erhält er 6—10 Proz. humöser Gemengtheile, so zeigt er die Humusflora in einer Ueppigkeit, wie kein anderer Boden. Sinkt dagegen der Gehalt seiner abschlämmbaren Theile unter 25 Proz. herab, dann nähert er sich in seiner Pflanzenproduktionskraft um so mehr dem lehmigen Sandboden, je luftiger und trockener seine Lage ist. Wenn endlich der Thongehalt des Lehms sich über 50 Proz. erhebt oder wenn dieser Boden bei einer an sich feuchten Lage einen thonigen Untergrund hat, dann kommt auf ihm die Naßflora immer mehr zum Vorschein. Unter den Kulturgewächsen stehen dem nicht zu mageren Lehme vorzüglich Roggen, Gerste, Kartoffeln, Kohlrüben, weiße Rüben, Raps ꝛc. und unter den Bäumen vorzüglich die Eichen, Tannen, Ulmen und Ahorne zu.

Man unterscheidet je nach den Beimengungen:

a. Sandigen Lehmboden: mit 21—30 Proz. abschlämmbarer Theile. Oft mit Feldspathsand

und Glimmerblättchen. Boden der genügsamen Kieselflora; an trockenen, luftigen Orten die Flora des lehmigen Sandbodens producirend. Bei öfterer Düngung mit die Feuchtigkeit zusammenhaltenden Stoffen häufig viel Kieselsäure und kohlensaures Kali erzeugend und dann ausgezeichneter Kartoffel- und guter Roggenboden. Da er leicht verdunstet und seine Bindigkeit verliert, so darf er nicht zu viel gelockert und nicht zu tief bearbeitet werden.

b. Mergeligen Lehmboden (vergl. Mergel).

c. Humosen Lehmboden: mit 5—10 Proz. Humus; dunkel- bis schwarzbraun gefärbt; immer mürbe, feucht und warm. Bester Wiesen-, Wintergerste-, Hafer-, Raps- und Runkelrübenboden. Kommt am meisten in den von Flüssen und Bächen bewässerten Thälern vor; daher Aueboden genannt.

Lagerungsverhältnisse der lehmigen Boden.

Wie schon im §. 49 gezeigt worden ist, so unterscheidet man Verwitterungs- und Schlämmlehm. Der erstere findet sich hauptsächlich in den Buchten und Busen am Fuße der Gebirge, in den flachen Kesseln oder Thalsohlen und auf den großen wellenförmigen Hochebenen der Sandsteingebirge, außerdem auch in den engen, von Gebirgsbächen durchströmten Kesselthälern und an den unteren sanfteren Gehängen der Granit-, Gneiß-, Syenit- und Quarzporphyr-Gebirge. In allen diesen Fällen hat er einen felsigen oder steinigen Untergrund, häufig nur eine geringe Mächtigkeit und viel Beimengungen von größeren und kleineren Stückchen der ihn umgebenden Felsarten. — Der Schlämm- oder Diluviallehm (vgl. §. 49 b.), welcher in mächtig entwickelten Lagern die großen Ebenen Nord-

deutschlands ausfüllt, wird gewöhnlich in seinen unteren Massen sandreicher, bis zuletzt ein Gemenge von grobem Sande oder Geröllen mit magerem Lehm, seltener reiner Thon, den Untergrund bildet. Oft aber kommt es in den Diluvialebenen auch vor, daß Lehm den Untergrund einer sandigen Oberkrume bildet.

β. Eisenthonboden: Hauptgemengtheil der im §. 45 beschriebene Eisenthon, untermengt mit mehr oder weniger vielen, kleineren und größeren Stückchen von Granit, Porphyr, Glimmerschiefer und Kieselschiefer, oder auch Resten von Melaphyr und Thoneisenstein. Ockergelb bis schwarzbraun. Grob- bis feinkörnig, häufig auch blättrig. Häufig mit bläulichen, gelben oder rothbraunen Flecken und Adern, welche von Eisen-Ausscheidungen herrühren. — Im Allgemeinen wegen seiner dunkeln Farbe und seines starken Eisengehaltes leicht zur Erhitzung und Verdunstung geneigt und darum nur in feuchten oder beschatteten Lagen recht fruchtbar. — Wenn er sandig oder kiesig ist und eine luftige Lage hat, so producirt er die §. 216 unter 1. angegebenen Luftpflanzen, und bei geringer Mächtigkeit sogar die §. 216 unter 2. genannten Sandpflanzen. Zeigt er sich dagegen reich an reiner Erdkrume, dann trägt er auch eine reiche Kiesel-, Kali- und selbst Kalkflora, wie dies namentlich bei dem Melaphyrboden der Fall ist, welcher prächtige Tannen und Eichen producirt. Jedoch ist zu bemerken, daß im Allgemeinen unter den Kulturgewächsen die Gerste, der Raps, die Rüben und Kartoffeln nicht gut auf ihm gedeihen wollen.

Bemerkung über die Behandlung des Eisenthonbodens. Bei der Behandlung dieses Bodens ist nicht nur die Art seiner Eisenoxydation, sondern auch seine Lage zu berücksichtigen. — Ist derselbe reich an Oxydul oder Oxydulhydrat, so muß er öfters umgearbeitet werden, damit er sich höher oxydirt, oder man muß ihn mit Kalk düngen oder auch sammt seiner Pflan-

zendecke brennen. Besteht dagegen sein Eisengehalt aus Oxyd, so darf er zumal in sonnigen und luftigen Lagen nicht zu stark umgearbeitet werden, weil er sonst leicht ganz ausdorrt und allen Krumenzusammenhalt verliert. Ein ähnliches Verhältniß findet Statt, wenn er bei einer solchen Lage zu sehr von Gewächsen entblößt wird. Ganz eigenthümlich zeigt sich alsdann sein Pflanzenproduktionsvermögen umgewandelt: war er unter dem Schutze der Bäume mit Gräsern und Stauden bedeckt, die einen guten Boden verlangen, so erscheint er bei seiner Entblößung plötzlich von ärmlichen Borstengräsern und andern der Luftflora angehörigen Pflanzen überzogen.

Lagerung des Eisenthonbodens.

Bei weitem am mächtigsten zeigt sich dieser Boden entwickelt im Gebiete der Conglomerate und Sandsteine mit eisenschüssigem Thonbindemittel (z. B. des Rothtodtliegenden und bunten Sandsteins), an den Bergen des Glimmerschiefers, in der Nähe von Ablagerungen des gelben und rothen Thoneisensteins und in der Umgebung der meisten basaltischen Felsarten und manchen Melaphyrs. Weniger findet man ihn im Gebiete des Thon- und Feldsteinporphyrs. — In Gebirgsgegenden hat er gewöhnlich sein Bildungsgestein zum Untergrund; in Ebenen dagegen, wo er jedoch weniger vorkommt, lagert er gewöhnlich auf sandigem Gerölle.

2) Boden des gemeinen oder zähen Thones: Im trockenen Zustande fest und berstend; sich fettig anfühlend; durchnäßt anklebend, schmierig und formbar. Begierig bis 70 Proz. Wasser einsaugend und mit vielem Wasser schlammig werdend; von geringer Benässung an seiner Oberfläche eine teigartige, erhärtende Rinde bekommend (d. h. wasserhart werdend). Im Uebrigen vergl. §. 34. 35. 40 u. ff. — Sein Produktionsvermögen ist im Allgemeinen abhängig theils von seiner Lage, theils von der Art und der Menge seiner Beimengungen. Je nach diesen Verhältnissen unterscheidet man folgende Arten des Thonbodens:

α. Gemeiner Thonboden: mit höchstens 30—35 Proz. sehr feinen, nur durch Schlämmen bemerkbaren Sandes; stets naß und darum sehr schwierig zu bearbeiten, aber eben deshalb auch trotz seines Reichthums an Kieselsäure und Alkalisalzen nur der Sitz der wahren Naß- oder Moorflora. Wird er so gedüngt, daß er stets 5—6 Proz. milden Humus besitzt, und hat er dabei nicht eine zu hohe oder nördliche oder zu nasse Lage, dann eignet er sich gut zum Anbau des Weizens, Hafers, Rapses und rothen Klees. — Fichtenboden. —

β. Salziger Thonboden: Thon mit mehreren Prozenten Kochsalz; deshalb salzig schmeckend und der Sitz der Chlorsalzflora. Ein unfruchtbarer Boden, der nur durch zweckmäßig angelegte Abzugsgräben, in denen sich die durch das Regenwasser ausgelaugten Quantitäten Salz ansammeln können, verbessert wird.

Oft enthält dieser Boden auch Alaun oder Eisenvitriol und dann ist er durchaus unfruchtbar und kann nur durch tüchtige Kalk- und Mergeldüngungen verbessert werden.

γ. Sandiger Thonboden: Thon mehr oder weniger gleichförmig mit 30—40 Proz. gröberen und feineren, schon durch Anfühlen bemerkbaren Sandes untermengt. Wegen seines Sandgehaltes wärmer und lockerer, als α.; bei nicht zu luftiger und sonnenreicher Lage sich sogar dem Lehm in seinen Eigenschaften nähernd, dann der Sitz einer reichen Kiesel- und Kaliflora, und sehr gut geeignet zum Anbau von Roggen, Gerste und namentlich der Bohnen. Bedarf nicht so häufiger Brache und Düngung, als der gemeine Thonboden. — Steigt sein Sandgehalt über 40 Proz., dann nähert er sich, zumal bei luftiger Lage, in seiner Tragbarkeit dem sandigen Lehmboden.

δ. Humoser Thonboden: Thon mit 8—10 Proz. humöser Substanzen (und bis 30 Proz. feinen Sandes) untermengt. Ein bindiger, aber nicht zäher, dunkelaschgrauer bis schwarzer Boden, welcher bei nicht zu nasser Lage (und einigen Prozenten Kalk) ein reicher Sitz für Kiesel- und Kalipflanzen und ein vortrefflicher Weizenboden ist. Bedarf tiefer Umlockerung. Geht in Aueboden über.

Bemerkung über die Behandlung des Thonbodens. Soll der gemeine Thonboden ein geeigneter Pflanzenpfleger werden, so muß ihm vor allen Dingen seine große Nässe genommen und mehr Wärme, Luftigkeit und Krümlichkeit verschafft werden. Dies kann man nun bewirken:

1) durch wiederholte Bearbeitung. Während einer periodisch wiederkehrenden Brache nimmt man jährlich zwei Auflockerungen vor: eine im Sommer nach vorhergegangenem Regen und eine zweite im Spätherbste, damit er ausfriere.

2) durch wiederholte Untermengung mit gutem — hauptsächlich langem — Miste.

3) durch Vermischung mit erwärmenden oder die chemische Thätigkeit anregenden Mineralsubstanzen — z. B. mit Sand oder, was stets vortheilhafter ist, mit Kalk, Mergel, Kalkschutt, gebrannten Ziegeln, Backsteinen u. s. w. Schon eine verhältnißmäßig kleine Quantität dieser Stoffe verbessert den Thonboden um Vieles.

Lagerung des Thonbodens.

Der gemeine Thonboden, welcher nicht nur durch die Zersetzung feldspathreicher und Thonstein haltiger Felsarten, sondern auch durch die Verwitterung bindemittelreicher Thonsandsteine erzeugt wird, findet sich vorzüglich an den sanften Gehängen niederer Gebirge und in den flachhügeligen oder wellenförmig gelegenen Thalsohlen sowohl der meisten Formationen, als auch des Diluviums und Alluviums. Er lagert entweder auf seinem Muttergestein oder auf einer mehr oder minder mächtigen Geröll- und Sand-

lage, oder wechselt mit Sandlagern, die nach der Tiefe zu immer mächtiger und geröllreicher werden.

Der sandige Thonboden, welcher sich vorzüglich aus quarzreichem feinkörnigen Granit und Gneiß, quarzführendem Porphyr, Glimmerschiefer und gemeinem Thonsandstein bildet, findet sich gewöhnlich auf dem Plateau und an den oberen Gehängen der Gebirge oder in den Thälern, welche am Fuße der Gebirge liegen und von Gebirgsbächen durchzogen werden. Seine Mächtigkeit ist in der Regel nicht so bedeutend, als die des gemeinen Thonbodens. Seine Sohle besteht gewöhnlich aus Sand, Geröll oder festem Gestein.

Der salzige Thonboden findet sich vorzüglich am Strande des Meeres, außerdem aber auch in denjenigen Formationen, welche Steinsalzlager enthalten, z. B. im Gebiete des Zechsteins, bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers. Er wechsellagert dann gewöhnlich mit Gyps haltigen Thonlagen. — Der Alaun und Eisenvitriol haltige Thonboden zeigt sich hier und da im Gebiete des Schwefelkies führenden Thonschiefers, der Stein- und Braunkohlen. Häufig liegt sein schädlicher Salzgehalt nur in den untern Lagen des Bodens und wird erst durch tieferes Umackern in die obere Krume emporgehoben.

Der humose Thonboden zeigt sich am schönsten entwickelt in den flachen, von Flüssen und Bächen durchzogenen Thälern des Alluviums und hat gewöhnlich eine lehmige oder sandige, oft auch eine mergelige Sohle.

b. Erdkrumen, welche mit Salzsäure übergossen mehr oder weniger aufbrausen (kalkhaltiger Mineralboden).

Alle hierher gehörigen Bodenarten enthalten wenigstens 4 Proz. kohlensauren Kalk, außerdem häufig kohlensaure Talkerde, verbunden mit Thon, Lehm oder Sand. Sie sind der Sitz der Kalkflora und lagern hauptsächlich im Gebiete der Kalkstein-, Mergel- und Mergelsandsteinformationen.

§. 225.

I. Kalkhaltige Bodenarten mit vorherrschend thonigen Eigenschaften (kalkiger Thonboden.) Sie zeigen beim Abschlämmen oder Zerlegen wenigstens 75 Proz. Thon und höchstens 10 Proz. Kalk, sind im nassen Zustande klebrig, schlüpfrig und formbar und bersten beim Austrocknen.

α. Kalkthonboden: Gemeiner, meist mit einer größeren oder kleineren Menge feinen Sandes untermengter Thon mit 6—10 Proz. größerer und kleinerer, schon durch bloßes Sieben oder Abschlämmen entfernbarer Stückchen und Körnchen von Kalk; außerdem meist auch noch mit einer Quantität feinzertheilten, löslichen Kalkes, welcher nur durch Behandlung mit Salzsäure vom Thone losgetrennt werden kann. — In sonnigen, luftigen Lagen ein schwer zu bearbeitender, die Ackergeräthschaften abstumpfender Boden; in einer mehr schattigen, jedoch nicht allzu feuchten Lage aber mehr mulmig und außerordentlich fruchtbar, indem er alsdann einerseits die Düngstoffe bald zur Zersetzung bringt und doch sehr zusammenhält, und andererseits viel kohlensaure Kalkerde, Talkerde und Kali löslich werden läßt. In diesen Verhältnissen liegt der Grund, warum er auf waldlosen Bergebenen oder an schattenlosen, den Nordostwinden preisgegebenen Hügeln nur eine kärgliche Luftflora, in einer etwas feuchten Lage aber oder unter dem Schatten eines Wal-

des die üppigste Kalkflora, verbunden mit den kräftigsten Kiesel- und Kalipflanzen zeigt. — Buchen- und Eschenboden.

Bemerkung über die Behandlung dieses Bodens. Da die Erfahrung lehrt, daß dieser Boden viel von seinen nachtheiligen Eigenschaften verliert, sobald sich die Kalkstücken in ihm mehr und mehr zerkleinern und inniger mit der Thonkrume verbinden, so muß man vorzüglich auf Mittel sinnen, durch welche der Kalk zu stärkerer Verwitterung gebracht wird. Zu diesen Mitteln werden alle diejenigen gehören, welche den Boden reichlich mit Kohlensäure haltigem Wasser versorgen, z. B. reichliche und wiederholte feuchte Düngung, dichte Besamung oder Bepflanzung, Erzeugung oder Schonung der Grasnarbe oder der Wälder ꝛc.

Lagerung des Kalkthonbodens.

Er findet sich im Gebiete der Kalkformationen, namentlich auf den untern Gliedern des Muschelkalkes (auf dem Wellen- und Terebratulitenkalke) und bildet sich aus den mit den dünnen Schichten dieser Felsart wechsellagernden Thonschichten, indem diese die durch die Verwitterung frei werdenden Stücken und Theile des Kalkes in sich aufnehmen. Die Mächtigkeit seiner Krume ist deshalb in der Regel auch nicht bedeutend und seine Sohle steinig oder geradezu steinig. Bei fortschreitender Verwitterung seiner Kalkstücken wird er mit der Zeit mergelig.

β. Mergelthonboden oder mergeliger Thonboden (Kley): Gemeiner Thon, welcher mit 4, höchstens 10 Proz. feinen, staubförmigen Kalkes so innig vermischt ist, daß sich der Kalk nur durch Behandlung mit Salzsäure vollständig vom Thone trennen läßt, woher es kommt, daß die abgeschlämmten Theile dieses Bodens gewöhnlich in ihrer ganzen Masse mit Säuren noch gleichmäßig aufbrausen. — Sich lange feucht erhaltend, ohne so naß zu werden, wie der gemeine Thonboden; ganz durchnäßt zwar schlüpfrig, allein den Pflanzenwurzeln nicht fest anklebend; beim Austrocknen zwar anfangs

berstend, aber bald zerfallend und dann ein mürbes, ziemlich warmes, langsam verdunstendes Erdreich bildend. Besser bearbeitbar, als der vorige Boden. Vermöge seines Kalkgehaltes den Dünger bald zersetzend und dann die entstehende Kohlensäure zur Auflösung seines Kalkes verwendend, vermöge seines Thongehaltes aber die sich bildende Humussäure und ihre Salze festhaltend; daher der Düngung nicht so oft bedürfend, als andere Bodenarten. Ausgezeichneter Sitz der Kalk-, Kali- und Kieselflora und vorzüglich geeignet zum Anbau von Bohnen, Erbsen, Linsen, Esparsette, Oelgewächsen, Roggen, Weizen und Gerste. Bester Boden für die Buche und die Kernobstbäume.

Bemerkung über die Behandlung. Er bedarf bei sonst guter Lage kaum aller 4 Jahre einer Düngung, wiewohl es seine Fruchtbarkeit ungemein erhöht, wenn er bisweilen eine Zugabe von Gyps erhält.

Lagerung des Mergelthonbodens.

Dieser Boden entsteht entweder aus dem Kalkthonboden, wenn derselbe vollständig verwittert, oder dadurch, daß das Meteorwasser den auflöslich gemachten Kalk von den oberen Gehängen der Kalkberge losspült und in dem am Fuße dieser Berge befindlichen Thonboden wieder absetzt. Er findet sich daher, wie der Kalkthonboden, vorzüglich im Gebiete von Kalksteingebirgen, mehr jedoch am Fuße und in den Thälern derselben, als auf ihren Höhen; ebenso auch mehr im Gebiete der jüngern Kalkformationen, z. B. des Lias, Jura und der Kreide, als in den ältern. Bisweilen erscheint er jedoch auch in dem Gebiete der Basalte und Phonolithe.

γ. Mergellehmboden oder mergeliger Lehmboden: Lehmboden mit 4 bis höchstens 10 Proz. Kalk, oder Mergelthonboden mit 20 bis 30 Proz. fühlbaren Sandes; gewöhnlich reich an alkalischen Salzen und häufig auch phosphorsaure Kalk-Talkerde enthaltend. Rascher verdunstend als der vorige und deshalb in einer

zu luftigen Lage leicht austrocknend und in eine pulverige Krume zerfallend. — Bei einer nicht zu hohen Lage aber ein vortrefflicher Boden, welcher auf die Zersetzung der Düngstoffe sehr vortheilhaft einwirkt und die Verwesungsprodukte so zusammenhält, daß seine Gewächse zwar nie mit Nahrung überladen, aber sehr nachhaltig versorgt werden, und er selbst auf ein Paar Jahre hin an einer Düngung genug hat. — Sein gewöhnlicher Humusgehalt übersteigt selten 5 Proz. — Wegen seines Lehmgehaltes ist er bei nicht zu trockener Lage der Sitz der meisten Süßgräser und Getreidearten, vorzüglich aber der Gerste und des Roggens, und wegen seines Kalkgehaltes ernährt er auch die meisten Hülsenfrüchte vortrefflich. Ebenso bemerkt man auf ihm, namentlich bei einigem Talkerde-Gehalte, recht üppigen Hanf und Flachs.

Lagerung des mergeligen Lehmbodens.

Er findet sich vorzüglich in den hügeligen Thälern oder auf den Hochebenen, welche zwischen dem bunten Sandstein und Muschelkalke, oder dem Liassandsteine und Liaskalke, oder auch dem Quadersandsteine und der Kreide vorkommen. Seltener erscheint er in dem Gebiete des Grauliegenden. Er bildet sich entweder aus der Verwitterung von Sandsteinen mit sehr reichem thonigmergeligem Bindemittel oder aus der Zusammenfluthung von Mergelthon mit Lehm. — In Thälern ist er gewöhnlich tiefgründig, auf Anhöhen aber meist flachgründig und dann oft wiederkehrender Düngung bedürftig.

Bemerkung. Bisweilen enthält sowohl der Mergelthon, als Mergellehm so viel Eisenoxyd beigemengt, daß er ganz rothbraun gefärbt erscheint. Ist dies der Fall, dann ist vorzüglich die letzte Bodenart außerordentlich zur Erhitzung und Austrocknung geneigt, wodurch ihre Fruchtbarkeit oft so herabsinkt, daß sie namentlich bei schattenloser Lage nur Thaupflanzen produciren kann. (Manche Keupermergel.)

§. 226.

II. Kalkhaltige Bodenarten mit vorherrschend kalkigen Eigenschaften. Sie zeigen beim Schlämmen oder bei der Zerlegung wenigstens 15 Proz. Kalk und höchstens 75 Proz. Thon, außerdem oft auch eine größere oder kleinere Quantität Quarzsand, Eisenoxydationen und kohlensaure Talkerde, deren eigentlicher Sitz sie sind. Als ihnen vorzüglich eigenthümlich erscheint auch eine stärkere oder geringere Beimengung von phosphorsaurer oder schwefelsaurer Kalkerde. Daher ist auch auf ihnen die wahre Heimath aller Kalk- und Phosphorsäurepflanzen zu suchen. Da aber sowohl die kohlensaure, als die phosphorsaure Kalkerde nur auflöslich wird durch den stetigen Einfluß von Feuchtigkeit, welche mit Kohlen- und Humussäure beladen ist, so folgt daraus, daß diese Bodenarten im Allgemeinen einerseits öfterer und starker Düngung hauptsächlich mit vegetabilischen Substanzen und andererseits einer dauernden Beschattung bedürfen, wenn sie sich von anhaltender Fruchtbarkeit zeigen sollen. (Werth einer vegetabilischen Bodendecke.) — Ebenso ist es nothwendig, daß diese Bodenarten von Zeit zu Zeit tief umgeackert werden, weil sich ihr Kalk allmählig nach den tieferen Lagen des Bodens hinabsenkt.

α. Der Mergelboden: Gleichmäßige und innige Vermischung von wenigstens 15 Proz. Kalk und höchstens 75 Proz. Thon; mit den Eigenschaften und den Beimengungen, wie sie im §. 57, 58 und 59 angegeben worden sind. Im Allgemeinen zwar reich an allen möglichen Bodennahrstoffen; im Besonderen aber veränderlich in seiner Fruchtbarkeit je nach der Art und Menge seiner Beimengungen. Je nach diesen unterscheidet man folgende schon §. 58 angegebene Arten des Mergelbodens:

a. Thonmergelboden: Nach §. 58 aus 15—50 Proz. Kalk, 50—75 Thon und höchstens 25 Proz.

abschlämmbaren Sandes bestehend; außerdem auch häufig mehrere (2 — 6) Proz. Oxyd oder Oxydhydrat von Eisen, bis 10 Proz. kohlensaure Talkerde und bisweilen eine geringe Menge Gyps enthaltend. — Mit Säuren nur dann recht aufbrausend, wenn er fein pulverisirt wird. — Je nach der Menge und der Art seines Eisengehaltes verschieden gefärbt; am häufigsten graulich-braungelb bis rothbraun. — Pulverisirt und mit Wasser vermischt einen sehr formbaren Teig bildend. Im trockenen Zustande an luftigen, sonnenreichen Orten sich anfangs fast wie Thon verhaltend, später aber durch den Einfluß der Luft in kleine eckige Scheibchen und Stückchen zertheilend, die ein äußerst loses Erdreich bilden, welches, wenn es nicht durch wiederholte Bewerfung mit feuchtem Dünger oder Bepflanzung mit Luftgewächsen bindiger gemacht und gegen den Einfluß der Sonne geschützt wird, lange Zeit braucht, ehe es für die Ernährung von Irdpflanzen tauglich wird. — Ist es aber einmal in eine fruchtbare Krume umgewandelt worden, dann muß es oft mit sogenanntem langhalmigen Miste gedüngt und mit starkwurzeligen Gewächsen bepflanzt werden, wenn es bei trockener Witterung nicht wieder fest werden und bersten soll. — Ueberhaupt bedarf der Thonmergel, auch bei sonst günstiger Lage, einer mäßig feuchten, warmen Witterung, besonders zu der Zeit des Jahres, wo die Gewächse im vollsten Wachsthume begriffen sind, um diejenige Fruchtbarkeit zu zeigen, welche ihn dem Mergelthon ähnlich und zu einem tüchtigen Träger von Weizen, Gerste, Hafer, Bohnen und Raps macht.

Lagerung des Thonmergelbodens.

Am häufigsten findet sich dieser Boden, namentlich der eisenschüssige, im Gebiete des bunten Sand-

steins, ja die untern Ablagerungen dieser Formation bestehen vorherrschend aus Thonmergel. Ferner erscheint er auch oft im oberen Gebiete des Keupers, hier aber fast stets Talkerde haltig; bisweilen auch in den mittleren Ablagerungen des rothen Todtliegenden und endlich auch an den untern Gehängen und in den Thälern der Kalkformationen, z. B. des Lias und Jura. (Vergl. hierzu §. 61.)

b. Lehmmergelboden. Nach §. 58 aus 15—25 Kalk, 20—50 Thon und 25—50 Sand bestehend. Gelbbräunlich in's Ockergelbe. Gewöhnlich feinkörnig und sehr locker. Mit Wasser vermischt sich wenig formbar zeigend. — In seinen Eigenschaften sich dem Mergellehme sehr nähernd, besonders bei einer nicht zu sonnigen, luftigen Lage. Ist dies Letzte aber der Fall, dann bedarf er häufiger und starker Düngung, wenn er seine Fruchtbarkeit bewahren und nicht ausdorren soll. — Wegen seiner großen Lockerheit läßt er durch anhaltende Regengüsse seine Nahrstoffe leicht in die Tiefe laugen; er muß deshalb bisweilen tief umgearbeitet werden. Beobachtet man dies Alles, dann hat man in dem Lehmmergel besonders für Oelgewächse, Kartoffeln, Flachs und Gerste einen sehr nahrhaften Boden. Für Eichen und Ahorne, Ebereschen, Mehl- und Elsbeerbäume zeigt er sich ebenfalls sehr günstig, wenn er eine etwas feuchte, nicht zu sonnige Lage hat.

Lagerung des Lehmmergelbodens.

Sandsteine mit reichem, mergeligen Bindemittel sind in der Regel die Bildungsmittel für diesen Boden; daher kommt er auch am gewöhnlichsten im Gebiete der Sandsteinformationen, namentlich des Lias- und Quadersandsteins vor. Außerdem findet man ihn auch im Gebiete der Keupermergel und

der Kreide (mancher Boden des sogenannten Plä-ners). Endlich bildet er sich auch aus dem zwi-schen den Kalkgebirgen lagernden Diluviallehme.

c. Dolomitischer oder Talkerde haltiger Mergelboden: Thon-, Lehm- oder Kalkmer-gel mit 5—20 Proz. kohlensaurer Talkerde; außer-dem gewöhnlich mit mehreren (bis 20) Proz. Sand und häufig auch mit 1—10 Proz. Eisenoxydatio-nen. Pulverisirt mit Säuren zwar sehr lange, aber nur ganz allmählig aufbrausend. Mit Was-ser übergossen sehr langsam einen unformbaren Schlamm bildend. An der Luft sich lange feucht erhaltend, dann in ein Haufwerk kleiner eckiger Blätter, Scheiben und Stücken zerfallend. In die-sem Zustande unaufhörlich Feuchtigkeit einsaugend, aber diese so stark an sich bindend, daß er äußer-lich immer trocken und lose erscheint; endlich aber hauptsächlich durch den Einfluß von reichen Düng-stoffen und sanften Regengüssen sich zerkrümelnd und nun ein feinkrumiges bis pulveriges, Wärme und Feuchtigkeit zusammenhaltendes, leicht zu bearbei-tendes, Erdreich bildend. — Unter seinen Neben-bestandtheilen tritt — wenigstens in Eisenach's Umgegend — oft phosphorsaure Kalk-Talkerde hervor. — Der dolomitische Mergel ist ein merk-würdiger Boden, der in einer und derselben Lage bald sehr pflanzenreich und fruchtbar, bald sehr dürftig und öde erscheint. Die Hauptursache die-ser Doppelnatur mag einerseits in der Größe seines Kalk-, Talk- und Sandgehaltes, und anderer-seits in der Jahreswitterung liegen. In Beziehung auf die erste Ursache zeigt bei gleichem Talkerdege-halte und sonst gleichen Verhältnissen sich derjenige Mergel am fruchtbarsten, welcher den meisten Kalk oder Sand enthält. Der Grund davon liegt je-denfalls in der starken Feuchtigkeitsanziehung der

Talkerde, wodurch bei zu großem Thongehalte der Boden leicht ein Uebermaß von Näſſe und Kälte bekommt. Im Betreff der zweiten oben genannten Urſache aber iſt nur zu erwähnen, daß bei anhaltend trockener, warmer Witterung ſich der thonreiche Talkerdemergel wieder fruchtbarer zeigt, als der ſand- und kalkreiche, welcher vorzüglich einen feuchten Mai und Juni fordert. — Aus dieſen Gründen läßt es ſich erklären, warum in einem Jahre auf dieſem Boden Kartoffeln, Roggen, Winterweizen und Gerſte ſehr gut gedeihen, in einem andern Jahre bei gleicher Behandlung wieder nicht. Am meiſten bleibt er ſich noch gleich in der Produktion von Oelgewächſen, vorzüglich von Flachs. — Unter den Bäumen zeigen ſich bei ſonſt günſtiger Lage die Ulmen und Eichen am ſchönſten, Obſtbäume weit weniger, am meiſten noch der Kirſchenbaum.

Lagerung des dolomitiſchen Mergelbodens.

Das Hauptgebiet dieſes Bodens bieten die flachen, wellenförmigen Muldenthäler der bunten Keupermergel und der Juradolomite dar. In dem erſten zeigt er ſich meiſt eiſenreich und von vorherrſchend rothbrauner, bläulicher und ockergelber Färbung; in dem letzteren dagegen talkreicher und von gelblichgrauer, hellerer Farbe.

d. Sandmergelboden: ein Mergel, welcher 40 bis 50 Proz. feinern und gröbern, abſchlämmbaren Sandes enthält. Ein heißer, ſchnell austrocknender, darum äußerſt lockerer und leicht auslaugbarer Boden, der nur bei oft wiederholter, guter Düngung, bei feuchter Lage oder in feuchten Sommern ſeine Schuldigkeit thut. Am meiſten ſcheint er unter günſtigen Verhältniſſen noch den Kartoffeln und Erbſen, der Gerſte und dem Roggen zuzuſagen.

Sandsteine mit magerem mergeligen Bindemittel, die sandigen Mergel der Kreideformation und manche Arten des Grobkalkes geben vorzüglich das Bildungsmaterial zu dieser Art des Mergelbodens ab.

e. Kalkmergelboden: 50—75 Proz. Kalk, 25 bis 50 Proz. Thon und höchstens 5 Proz. Sand bilden mit einer stärkeren oder geringeren Menge größerer oder kleinerer, abschlämmbarer Kalkstückchen ein Erdreich, welches, im trocknen Zustande ganz lose und fast aller Bindung entbehrend, nach einer Durchnässung und darauf folgender Hitze dagegen fest verkittet, mörtelähnlich und äußerst schwer zu bearbeiten ist. Die Produktionskraft dieses bisweilen an den sonnigen Abhängen der Kalkberge verschiedener Formationen lagernden Bodens ist gewöhnlich sehr kümmerlich und besteht hauptsächlich in der Erzeugung von Luftpflanzen.

f. Humoser Mergelboden: Mergel mit 6—15 Proz. Humus; ein lockerer, warmer, feuchter Boden, welcher sich gewöhnlich in Niederungen und an Flüssen vorfindet, welche das Gebiet der verschiedenen Mergelarten durchströmen. Sehr fruchtbar (besonders wenn er mehr thonig ist) und ohne Zuthun des Menschen viele Jahre lang den schönsten Weizen und Raps erziehend.

Bemerkungen über die Mergelarten. Die eben mitgetheilten Arten des Mergelbodens treten in großen Massen selten so rein und selbstständig auf, wie gewöhnlich angegeben wird, sondern zeigen die mannichfaltigsten Uebergänge, die entweder durch ihre Lagerungsverhältnisse oder durch die auf ihnen wachsenden und an ihnen saugenden Pflanzen oder durch die Kultur herbeigeführt werden. — In Eisenachs Umgegend herrschen die Mergel des bunten Sandsteins und Keupers. Diese Mergel erscheinen in ihren einzelnen Schichten von sehr verschiedener Zusammensetzung. So wechsellagern z. B. beim Dorfe Stregda in kaum 10 Zoll starken Schichten wohl 20 mal mit einander:

Thonmergel mit 12 Proz. Eisenoxyd,
sandiger Thonmergel mit 6 Proz. Eisenoxydhydrat,
dolomitischer Lehmmergel mit 4—10 Proz. Talkerde,
gemeiner Thonmergel mit Glimmerblättchen.

Aber diese verschiedenartigen Schichten liegen nicht über, sondern fast senkrecht neben einander, so daß man bei jedem Schritte einen neuen Mergel findet. Dazu kommt, daß der an ihnen lagernde Boden nicht parallel mit der Streichungslinie der Mergelschichten, sondern quer auf dieselbe bepflügt wird, so daß durch die Pflugschaar fort und fort Theile der einen Schicht auf die andere übertragen werden. Kann unter solchen Verhältnissen der Ackerboden noch eine bestimmte Mergelart enthalten?

Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Boden, welcher unweit Eisenach (an der sogenannten Schmiede) auf den wechsellagernden und senkrecht stehenden Schichten des Mergelschiefers, Mergelkalkes und Dolomits der Zechsteinformation lagert. Daß unter solchen Verhältnissen nicht nur die Qualität, sondern auch die Ertragsfähigkeit mit jeder Bearbeitung des Bodens eine andere Gestalt annehmen muß, leuchtet von selbst ein.

β. Kalkboden: Ungleichmäßige Mischung von wenigstens 75 Proz. Kalk, höchstens 30 Proz. Thon, meist auch 0,5 — 20 Proz. kohlensaurer Talkerde und außerdem mit einer größeren oder kleineren Quantität Brocken und Sand von Kalk (seltener von Quarz). — Hell bis weiß gefärbt. Sich leicht erhitzend und dann lange heiß bleibend; im nassen Zustande sehr wenig anklebend und nicht knetbar und formbar. Ist er sehr feinkrümlich und arm an Kalksand, so wird er beim Durchnässen teigähnlich und beim Austrocknen mit einer festen, allmählig in kleine Scheibchen zerspringenden Kruste überzogen. Er zersetzt den Dünger schneller, als irgend eine andere Bodenart und bedarf darum einer fortwährenden Düngung. Ueberhaupt kann er wegen seiner hitzigen Eigenschaften nicht leicht genug Feuchtigkeit oder Schatten erhalten; er zeigt sich darum auch am fruchtbarsten auf

Inseln, am Meeresgestade oder in Niederungen. An Alkalien ist er um so ärmer, je mehr sein Thongehalt zurücktritt; bei der Düngung ist dieser Mangel zu berücksichtigen. Bei sonst nicht ganz ungünstiger Lage ist er der Hauptboden für die Hülsenfrüchtler und bei feuchter Lage producirt er auch sehr gut Wein, Kirschen und Buchen. Man unterscheidet:

a. steinigen Kalkboden: mit größeren und kleineren Stücken noch unzersetzter Kalksteine und häufig auch Geröllen von Quarzarten, z. B. Feuersteinen. Ohne Beschattung höchst unfruchtbar und nur der Sitz einer kümmerlichen Luftflora, z. B. **Festuca ovina** —. An den Gehängen der Kalkberge.

b. sandigen Kalkboden: mit 15 — 20 Proz. Sand von Kalk und Quarz. In seiner Fruchtbarkeit wie der vorige.

c. lehmigen Kalkboden: mit 30 — 40 Proz. Lehm; locker, mäßig feucht und warm. Bei nicht zu luftiger Lage und mit 6—10 Proz. Humus ist er einer der fruchtbarsten Bodenarten besonders für Roggen, Gerste und Luzerne.

d. thonigen Kalkboden: mit 20—30 Proz. Thon. In trockenen Lagen oder anhaltend heißen Sommern bei wenig Humusgehalt unfruchtbar. Im Uebrigen sich dem Kalkthonboden nähernd.

e. humosen Kalkboden: von beigemengtem Humus braun bis schwarz. Findet sich nur da, wo der Kalkboden feucht und schattig liegt, also vorzüglich in Wäldern, deren Laubabfälle dem Boden nicht entrissen werden. Wird er des Schattens beraubt, so verliert sich nach und nach sein Humusgehalt und er versinkt in große Armuth.

Bemerkung. Man spricht auch noch von einem Dolomitboden, welcher in seinen Eigenschaften dem thonigen Kalkboden gleichkommen soll. — In Ei-

senachs Umgegend kommen nun zwar, namentlich in der Zechstein- und Muschelkalkformation, mächtig entwickelte Dolomitmassen (vgl. I. Thl. S. 120. §. 119) vor, deren Boden der Verfasser vielfach chemisch und botanisch geprüft hat; bis jetzt hat er aber in dem Gebiete dieser Felsart nichts Anderes als dolomitischen Kalkmergel auffinden können.

---

§. 227.

B. Bodenarten, welche ihrer Hauptmasse nach aus halb oder ganz zersetzten Pflanzenstoffen bestehen, so daß sich beim Verbrennen derselben um so weniger Asche absetzt, je geringer ihr Gehalt an Mineralstoffen ist; beim Glühen über 20 Proz. ihrer Masse verflüchtigen oder bei ihrer Behandlung mit Aetzkalilauge und concentrirtem Essig über 20 bis 40 Proz. Humussäure in der Form von bräunlichweißen Flocken absondern. — Im trockenen Zustande gelbbraun, im nassen schwarzbraun bis schwarz. — Angefeuchtet oder beim Umgraben einen eigenthümlichen, stark moderigen Geruch von sich gebend. In den meisten Fällen (namentlich dann, wenn sie keinen Kalk enthalten) Lakmuspapier röthend. — Außerordentlich locker bis pulverförmig. — Von so großer Wasserfassungskraft, daß sie über 100 Proz. Wasser in sich aufnehmen können, ohne es tropfenweise wieder fahren zu lassen; ferner von solcher Haarröhrchenkraft, daß sie dem Badeschwamme gleich kommen, darum immer sehr feucht, ja in nassen Lagen oder auf undurchlässigem Untergrunde zu Sumpfungen und Moorbildung geneigt; deshalb auch nur bei lang anhaltender Hitze austrocknend, aber eben darum auch die Gewächse bei abwechselndem Frost und Thauwetter leichter auswintern und bei kalten Frühlingsnächten eher erfrieren lassend, als irgend eine andere Bodenart. Durch starke Regengüsse so schwammig werdend, daß die Gewächse — haben sie nicht filziges Wurzelwerk — fast allen Halt verlieren und umfallen; überhaupt die in ihm stehenden Pflanzen so vollsaftig machend, daß ihre Stengel oder Stämme leicht kernfaul werden. Im Naturhaushalte der Sitz der Moder- und Naßpflanzen. — Durch Kalk-,

Mergel-, Aschen-, Lehm- oder Ziegeldüngung viel besser werdend (vegetabilische Bodenarten).

I. Humusboden. Er besteht der Hauptmasse nach aus ganz zersetzten Pflanzenstoffen, d. h. aus Humus, von dem sich 20 bis 30 Proz. durch Glühen verflüchtigen lassen, ist dunkelbraun bis schwarz und riecht wie umgegrabene, feuchte Gartenerde, oft aber auch stark moderig oder beim Glühen nach verbrannten Federn oder nach angebranntem Talge. Sehr locker und feinmulmig bis pulverig und durchaus unformbar klebt er den Ackergeräthschaften wenig oder gar nicht an. In mehr trockenen oder sonnigen Lagen reagirt er nicht sauer und dann ist er ein ausgezeichneter Träger der im §. 211 unter b und c genannten Moderpflanzen; auch zeigt er alsdann üppig wachsende süße Wiesengräser. Für Holzarten aber ist er nicht besonders geeignet, denn diese werden auf ihm leicht kernfaul; ebenso taugt er nicht für die meisten Getreidearten, indem er sie zu sehr in den Halm und zu wenig in die Frucht wachsen läßt. — In ganz trockenen Lagen und bei einem sandigen Untergrunde bildet er oft sogenannten harzigen Humus- oder Heideboden, welcher 10 bis 15 Proz. Wachsharz enthält, mit Flamme und qualmigem Geruche brennt, zur Austrocknung und Erhitzung sehr geneigt ist und namentlich die im §. 216 unter 1 genannten Luftpflanzen (vorzüglich aber **Erica vulgaris, Gnaphalium montanum** und **dioicum, Festuca ovina** und **Carex pilulifera**) produzirt. — In nassen Lagen endlich wirkt er um so stärker auf Lakmuspapier ein, je weniger er Mineralsubstanzen, namentlich Kalk, enthält. Unter diesen Verhältnissen bildet er den Moor-, Bruch- oder Moosboden, welcher die im §. 214 unter a und b genannten Naßpflanzen trägt und den Uebergang zum Torfboden darstellt.

Je nach seinen mineralischen Beimengungen unterscheidet man thonigen, sandigen, lehmigen, kalkigen und mergeligen Humusboden.

II. Torfboden oder Schollerde. Die Hauptmasse desselben besteht aus halbzersetzten Pflanzenmassen, vorzüglich von Moos und Sumpfgewächsen, oft 70—80 Prozent. Er ist meist braungelb bis dunkelbraun; riecht säuerlich-moderig und beim Glühen dumpf wachs- oder talgartig; besitzt fast gar keinen Zusammenhang, ist einem Gemenge von Sägespänen ähnlich; reagirt stets sauer und liefert beim Verbrennen sehr wenig Asche, welche vorherrschend aus Kieselerde und Eisen- und Mangan-Oxyden besteht. — Er ist als ein durch Einfluß der Wärme und Luft verwitterter Torf zu betrachten und darum auf Torfmooren zu finden. — Im unkultivirten Zustande erscheint er als der Träger der §. 214 genannten Moor- und Torfpflanzen; im Kulturzustande aber, welcher vorzüglich dadurch herbeigeführt wird, daß man seine obere Bodenmasse entwässert, dann im Herbste umhackt, im Frühjahre egget und nun zu Asche verbrennt, trägt er vorzüglich Buchweizen und nach diesem, wenn er von Zeit zu Zeit mit Lehm, Mergel und nicht zu feuchtem Miste gedüngt wird, auch ziemlich gut Roggen, Kartoffeln und weiße Rüben.

Bemerkung. Nach Sprengel (vgl. Bodenkunde S. 231) enthielt ein mehrere Jahre hindurch kultivirter Torfboden 5—6 Proz. Humussäure, 70—80 Proz. noch nicht verwester Pflanzenreste, 6—7 Proz. Humuskohle, 1—1½ Proz. Wachsharz, 4—6 Proz. Kieselerde und Quarzsand (letzterer durch Wind aufgeweht), ½—1 Proz. phosphorsaures Eisen- und Manganoxyd, ¼—½ Proz. Thonerde und ⅛—¼ Proz. Gyps, Kochsalz und schwefelsaures Kali.

§. 228.

B. Bodenarten, welche entweder als ein mehr oder minder deutliches Gemisch oder als eine wiederholt abwechselnde Schichtenverbindung von den verschiedensten Bodengemengtheilen erscheinen, so daß auf einem und demselben Acker an verschiedenen Punkten nicht nur seiner Oberfläche, sondern auch

seiner Tiefe bald dieser, bald jener, bald auch kein einzelner Mineraltheil vorherrscht. Hierher gehört:

Der Marschboden. Er ist ein Produkt von den schlammigen Substanzen, welche überfluthende Wassermassen auf den an ihren Ufern lagernden Ländereien absetzen und findet sich darum nur an solchen Orten, wo Wasserfluthen hingelangen können, also vorzüglich in den Thälern der Flüsse und Ströme, zumal da, wo Bäche und Flüsse in einander münden, und in größter Ausdehnung am Gestade der Meere. Da die Ursachen zu seiner Bildung immer wiederkehren, so ist er steten Veränderungen unterworfen; es wird sich darum auch häufig seine Charakterflora ändern, wenn überhaupt von einer solchen bei ihm die Rede sein kann. Je nach seinen Ablagerungsorten unterscheidet man

a. Flußmarschboden: den Ufern der Flüsse entlang gelegen. Im Allgemeinen zwar sehr verschiedenartig in seinen Bestandtheilen, im Besondern jedoch von den mineralischen Bestandtheilen der Gebirge und Gegenden, aus denen die ihn ernährenden Gewässer kommen, abhängig. Gewöhnlich sehr reich an salzigen Nahrungsstoffen und darum der beste Wiesenboden.

b. Seemarschboden: am Gestade des Meeres; häufig viel Chlornatrium enthaltend und dann eine ausgezeichnete Salzflora zeigend.

c. Gebirgsmuldenboden: in engen Thälern, die von drei Seiten von Bergen geschlossen sind und deren Gewässer keinen raschen Abfluß haben. Seine Bestandtheile hängen von der Art der Gesteine ab, aus denen seine nächsten Umgebungen bestehen. Er wird von jedem starken Regenguße, vorzüglich aber von dem in jedem Jahre wegschmelzenden Schnee der Gebirge genährt und entweder durch Zuführung von humösen Stoffen und erdigen Theilen verbessert oder durch herbeigefluthetes Gerölle verschlechtert. Oft sumpfig und torfig.

III.

Zusammenstellung der Bodenarten nach ihren Lagerungsgebieten und erzeugenden Felsarten.

Vorbemerkung.

In dem eben mitgetheilten Systeme sind alle Bodenarten, welche die Erdoberfläche bedecken, im Allgemeinen betrachtet worden; auf einzelne Abänderungen, welche in der Masse derselben durch die den Boden erzeugenden Substanzen, durch Lagerungsverhältnisse oder durch die nähere und entferntere Umgebung hervorgebracht werden, konnte dabei keine Rücksicht genommen werden. Um jedoch den Praktiker auch mit diesen die Fruchtbarkeit eines Bodens oft ganz umwandelnden Bodenzuständen wenigstens annähernd bekannt zu machen, hat es der Verfasser versucht, in dem Folgenden eine Art geognostischen Systems aufzustellen, in welchem die Bodenarten einerseits nach ihren Ablagerungsgebieten, andererseits nach den Felsarten, aus denen sie entstanden sind, zusammengeordnet sind. Der Verfasser erlaubt sich dabei nur noch die Bemerkung, daß er sich bei Aufstellung dieses Systems hauptsächlich an die Resultate gehalten hat, welche ihm die chemische Zerlegung und Beobachtung der in Mitteldeutschland (hauptsächlich auf dem Harze, in Thüringen und auf der Rhön) vorkommenden Bodenarten geliefert haben.

J. 306

A. Verwitterungs- oder Gebirgsboden.

§. 229.

Hierher gehören alle Bodenarten, welche noch an ihrem Entstehungsorte (also auf Felsmassen) oder wenigstens in der Nähe desselben lagern. In der Regel nicht tiefgründig und auf steiniger, oft zerklüfteter Sohle ruhend sind sie mehr oder weniger mit größern oder kleinern, meist eckigen und oft noch scharfkantigen Bruchstücken ihrer Bildungsfelsarten untermengt, jedoch auf dem Plateau und an den obern Gehängen der Berge mehr, als an den untern Gehängen, oder in den Buchten und am Fuße derselben; daher auch in den Höhen weit unfruchtbarer als am Fuße der Gebirge. Ihre Fruchtbarkeit ist überhaupt von der Höhe, von dem Grade der

Steilheit und der Lage nach einer der Himmelsgegenden ihres Lagerortes sehr abhängig. — Sumpfungen zeigen sie nur da, wo ihr Sohlengestein ganz unzerklüftet ist und eine muldenförmige oder trichterige Ablagerung hat.

I. Boden der einfachen und scheinbar einfachen, d. h. undeutlich ungemengten, dichten Felsarten.

§. 230.

1) Boden der quarzigen Felsarten. (Vgl. I. Thl. §. 106—108.)

Die hierher gehörigen Felsarten haben zum vorherrschenden Bestandtheil eine Quarz-Art, d. h. erstarrte Kieselsäure. Sie widerstehen daher außerordentlich lange dem Einfluße der Atmosphärilien und werden nur allmählig mechanisch in ein Haufwerk von gröberem und feinerem Sand zertrümmert. Der Boden dieser Felsarten ist darum stets ein vorherrschend sandiger und deshalb loser, fast aller Bindung entbehrender, der nur dann einige Pflanzentragkraft zeigt, wenn er in feuchten, schattigen Thälern oder auf einem undurchlässigen, thonigen Untergrunde lagert. Da die Quarzfelsarten meistens im Gebiete des Thonschiefers, Gneißes und Glimmerschiefers, also von lauter Felsarten, welche eine mehr oder minder thonreiche Krume bilden, vorkommen, so erhält ihr unwirthbarer Boden dadurch in der Regel einen fruchtbaren Untergrund, wodurch seine Kultivirung ungemein erleichtert wird, so daß er nicht nur für Thaugewächse, sondern auch für genügsame Kalipflanzen zugänglich wird.

Arten:

a. Gemeiner Quarzboden: vgl. §. 223 unter 1.

b. Kieselschieferboden. Schmutzig-gelblichgrauer bis röthlich dunkelgrauer Sandboden, welcher je nach dem Thongehalte des Muttergesteins bald rein sandig, bald etwas Thon haltig ist und oft auch Eisenoxyd und etwas Bitumen besitzt. Von löslichen Substanzen nur dann etwas Kieselsäure und Kali (höchstens 0,5 Proz. Kali) oder auch Kalkerde (aber nur Spuren) besitzend, wenn

seinem Muttergesteine kohliger Thon, Feldspathkrystalle oder Glimmerblättchen beigemengt waren. Er findet sich vorzüglich im Gebiete des Thonschiefers, des Glimmerschiefers (z. B. in kleinen Gebieten bei Ruhla am Thüringer Walde) und der Grauwacke.

c. Hornsteinboden. Ockergelb bis schmutzigbraun. Dem Kieselschieferboden ähnlich und nur dann 4—10 Proz. Thon enthaltend, wenn das Muttergestein porphyrisch ist. In diesem Falle daher dem lehmigen Sandboden (§. 223 unter 3) nahe kommend. — Seine Hauptlagerorte befinden sich im Gebiete des Glimmer- und Thonschiefers und auch hier und da des rothen Todtliegenden. — Ihm sehr ähnlich zeigt sich

α. der Boden des Quarz führenden Porphyrs, wenn dessen Grundmasse viel Kieselsäure enthält (vgl. Porphyrboden);

β. der Boden des Hornfels im Grauwackegebiete;

γ. der Boden mancher Bindemittel armen Thonsandsteine (vergl. Sandsteinboden).

§. 231.

2) Boden der feldsteinigen Felsarten.

Die hierher gehörigen Felsarten: Felsit und Weißstein (vergl. I. Thl. §. 109. S. 111), Pechstein (vergl. I. Thl. §. 115), Phonolith (I. Thl. §. 130. S. 142) und Trachyt (I. Thl. §. 131. S. 143) bestehen vorzüglich aus dunkelgrauem, röthlichgraubraunem, weißgrauem bis weißem Feldstein, welchem öfters Krystalle von gemeinem oder glasigem Feldspathe und auch wohl Zeolithdrusen eingemengt sind. — Vermöge ihres starken Kali- (5—16 Proz.) oder Natrongehaltes (4—16 Proz.) werden sie mehr oder minder leicht durch den Einfluß der Atmosphärilien in eine gelblichgraue, ledergelbe bis weiße, selten bräunliche, Thonkrume (oft wahrer Kaolinthon) umgewandelt, welcher in der Regel mehr oder weniger Stückchen von den noch nicht ganz zersetzten Bildungsgesteinen oder von Feldspathkrystallen, selten von Quarz, beigemengt

sind. Diese sandigen Beimengungen sowohl, als auch in vielen Fällen die steinige Bedeckung des Bodens sind von großer Wichtigkeit für den eben beschriebenen Thonboden; denn sie vermehren nicht nur bei ihrer Zersetzung die Krumentheile und den Alkaliengehalt dieses Bodens, sondern sie machen ihn auch durch ihre Sandform sowohl, als durch ihre häufig dunkele Färbung warm, lockerer und zur Verdunstung und bessern Zersetzung seiner Düngstoffe geneigt, wodurch er in die Reihe der besten Bodenarten tritt. Kommt dazu noch eine geneigte, sich nach Süd und Südost hin erstreckende Lage, so zeigt er sich mit der üppigsten Kieselsäure- und Alkalienflora bedeckt und nicht nur für die Erziehung prächtiger Eichenwaldungen, sondern auch für den Anbau des Weinstockes, des Rapses und der meisten Getreide-Arten, besonders des Weizens und der Wintergerste sehr günstig. — Fehlen dagegen diesem Boden mehr oder weniger die sandigen Beimengungen und Gerölle, dann verhält er sich zumal in einer muldenförmigen Ablagerung wie gemeiner Thon (§. 224. 2. α.) und zeigt die Torfflora.

Bemerkung. Die großen Torfmoore der Rhön lagern fast alle auf Phonolithton.

Arten:

a. Felsitboden: gewöhnlich sehr flachkrumig, da der Felsit langsamer verwittert, auch alkalienärmer, als jeder andere hierher gehörige Boden ist; ledergelb, ockergelb bis bräunlich. (Vgl. Boden des Feldsteinporphyrs.) Im Gebiete des Gneißes bis zum rothen Todtliegenden, meist aber von geringer Mächtigkeit. Da, wo er tiefgründig ist, trägt er sehr schöne Fichten.

b. Weißsteinboden: im Allgemeinen ziemlich tiefgründig und reich an kieselsaurem Kali; oft fast frei von allen chemischen Beimengungen und dann reinen Porzellanthon darstellend. Hell gefärbt. Bisweilen von beigemengten Schwefelkiesen lösliche Eisenoxydulsalze besitzend und dann sehr unfruchtbar. Ueberhaupt um so stärkerer Düngung mit langhalmigem Miste bedürfend, je ärmer an Sandbei-

mengungen er ist. Von geringer Verbreitung im Gebiete des Glimmerschiefers.

c. Phonolith- und Trachytboden: im Allgemeinen mit den oben erwähnten Eigenschaften. — Enthält der Phonolith statt des Feldsteins Labrador und sind dem Trachyte viele Augite beigemengt, dann stellen diese Gesteine einen äußerst fruchtbaren, an Eisenoxyd reichen, bis 4 Proz. kohlensaure Kalkerde besitzenden mürben Thonboden dar, welcher in seiner Produktionskraft dem mergeligen Thone gleicht.

Bemerkung. Der Phonolithboden an der Milzeburg auf der Rhön enthält 1,5 Kali, 0,68 Natron und 2,13 Kalkerde.

d. Lavaboden: soll dem Trachytboden ganz gleich kommen.

e. Pechsteinboden: soll ein an Alkalien armer Thonboden sein.

§. 232.

3) Boden der Kiesel-Talkfelsarten oder Trappgesteine. Der vorherrschende Gemengtheil der hierher gehörigen Felsarten ist entweder Hornblende, oder Augit oder Serpentin, also stets ein Mineral, welches im Mittel 18—44 Proz. Talkerde, 43—65 Proz. Kieselsäure und 10—25 Proz. Kalkerde oder statt der Talkerde häufig Eisenoxydul und statt der Kieselsäure Thonerde enthält. Neben der Hornblende und dem Augit besitzen die oben genannten Felsarten noch Feldstein oder Labrador, seltener Albit zu Gemengtheilen. Ihre Färbung ist gewöhnlich dunkelgrünlich, schwarzbraun, dunkelgrau bis schwarz. — Wegen ihres großen Gehaltes an kieselsaurer Talkerde verwittern die dichten Trappgesteine nur sehr langsam und am ersten noch dann, wenn das Kohlensäure haltige Meteorwasser anhaltend auf sie einwirken kann, am leichtesten also in ihren Kluft- und Absonderungsspalten oder wenn ihre Oberfläche mit verwesenden Pflanzenstoffen oder Erdkrume bedeckt ist. Beimengungen von Schwefel- oder Magnetkiesen befördern ebenfalls ihre Verwitterung ungemein. — Aus diesen Verwitterungs-Verhältnis-

sen läßt sich einerseits die Flachgründigkeit des Bodens der Trappgesteine an der Felsoberfläche, andererseits aber auch die Erscheinung erklären, warum die Krume dieser Gesteine am tiefsten und am fruchtbarsten zwischen den gewöhnlich starken Geröllen derselben erscheint.

Was nun die von den Trappgesteinen producirte Erdkrume betrifft, so hält sie im Allgemeinen die Mitte zwischen Eisenthon (§. 45) und Walkerthon (§. 44) und erscheint als ein mürber, mindestens 10 Proz. Eisenoxyd (gewöhnlich im hydratischen Zustande) und 2 bis 4 Proz. Talk- und Kalkerde haltiger Eisen-Talkthon von vorherrschend grünlich-ockergelber, graubrauner bis dunkelrothgrauer Farbe. Ein äußerst fruchtbarer Boden, wenn er eine etwas geneigte Lage hat und mit den dunkelfarbigen Geröllen seiner Muttergesteine bedeckt ist; aber auch häufig ebenso unfruchtbar bei ganz freien Lagen, indem er dann vermöge seines Talkerde-Gehaltes einerseits in nassen Jahren oft so schlammig, daß seine Gewächse, namentlich die flachwurzeligen, nicht nur allen Halt verlieren, sondern auch die Wurzelfäule bekommen, und andererseits in trockenen, heißen Jahren so pulverig, staubig und lose wird, daß wiederum kein Gewächs sich in ihm zu halten vermag. — Abänderungen von diesen allgemeinen Thatsachen zeigt der Eisen-Talkerdethon bei folgenden Arten:

a. Boden der Hornblendefelsarten oder einfarbigen Grünsteine (des dichten Diorits und Aphanits): dunkelschmutzig-graugelblich bis grünlichgrau. Sich dem gemeinen Thonboden nähernd, wenn die Hornblende statt der Kalk- und Talkerde Thonerde enthält oder wenn das Bildungsgestein als ein inniges Gemenge von Albit mit Hornblende zu betrachten ist. In diesem Fall trotz des Natrongehaltes vom Albite nicht fruchtbar. — Bei einer viel Talk- und Kalkerde haltigen Hornblende aber mit den Bestandtheilen des Albits vereinigt eine bis 1,034 Proz. Natron haltige, fette Talkthonkrume bildend, welche unter den oben genannten günstigen Lageverhältnissen recht fruchtbar erscheint und welche nur durch allzu viel beige-

mengte Schwefelkiese in ihrer Produktionskraft geschwächt werden kann. Im Gebiete der Grauwacke und des Thonschiefers, weniger des Glimmerschiefers und Gneißes.

b. Boden der augitischen Felsarten: vorherrschend ein mürber, Talkerde haltiger Eisenthon, welcher sehr warm und darum zu starker Verdunstung geneigt ist.

α. Boden des Melaphyrs. Ockergelb bis schmutzig-rothbraun; sehr locker und warm; darum auch an feuchtern, schattigen oder mehr nach Norden gelegenen Orten fruchtbarer, als an luftigen sonnigen oder nach Süden gelegenen Bergabhängen. An Alkalien meist arm; an Eisenoxyd aber über 10, ja bis 20 Proz., und an Kalkerde bisweilen so viel enthaltend, daß er mit Säuren lebhaft aufbraust (so der Melaphyrboden aus dem Felsenthale am Inselsberge). Von Bäumen trägt er dann in feuchten Lagen sehr schöne Tannen, Buchen und selbst viele niedere Gewächse der Kalkflora, an sonnigen freien Orten aber vorzüglich Kiefern und Lärchen. — Um Vieles wird seine Fruchtbarkeit erhöht, wenn sein Bildungsgestein recht viele Drusen und Mandeln von Zeolith enthält. — Bisweilen besitzt der Augit des Melaphyrs viel Eisenoxydul statt der Talkerde und dann nähert sich der Melaphyrboden dem magern eisenschüssigen Thone. — Der eben beschriebene Boden zeigt sich hauptsächlich am Rande und in den Buchten der Gebirge, vorzüglich in der Nähe der dolomitischen Kalksteine aus der Zechstein- und Juraformation.

β. Boden des Basaltes: dunkelgraugelblich bis schwärzlich; gleichkrumiger, als irgend eine andere hierher gehörige Bodenart; wegen seines Eisengehalts und seiner dunkeln Farbe sehr zur Erwärmung, ja selbst zur Aushagerung geneigt, daher unter einer schattigen Bodendecke stets fruchtbarer als bei ganz offener Lage. Da der Basalt ein inniges

Gemenge von Augit, Labrador und (wenigstens sehr oft) Magneteisen ist, so besitzt seine Krume in ihrem Eisenthone einen ziemlichen Reichthum von Kalk- Talkerde (2—3 Proz. an der Stopfelskuppe bei Eisenach) und Natron (bis 0,4 Proz. am genannten Orte), welcher Gehalt noch gesteigert wird, wenn der Basalt viel Olivin und Zeolith beigemengt enthält. Es ist daher kein Wunder, wenn man an den dick mit Geröllen bedeckten Bergen des Basaltes nicht blos eine äußerst üppige Alkalienflora, sondern auch viele Pflanzen antrifft, die nur in das Gebiet der Kalkflora gehören. — Wegen seines natürlichen Reichthums an Nahrstoffen bedarf er nicht vieler Düngstoffe, ja eine starke Düngung kann ihm bei irgend feuchter Lage oder in feuchtwarmen Sommern sogar sehr nachtheilig werden, kann bewirken, daß seine Gewächse, namentlich das Getreide, auf Kosten des Fruchtansatzes, zu stark in Stengel und Blatt wachsen und sich später lagern. — In vielen Fällen kann man die Basaltkrume statt des Mergels zur Verbesserung schlechter Aecker benutzen.

γ. Boden des Serpentins: soll ein schmieriger, sehr zur Nässe geneigter und deshalb nicht besonders fruchtbarer Thonboden sein. Von unbedeutender Verbreitung.

§. 233.

4) Boden der thonigen Felsarten.

a. der grauen bis schwarzen Schiefer. — Thonschiefer, Grauwackeschiefer, Schieferthon und Mergelschiefer sind als erhärtete und (gewöhnlich) durch kohlige Stoffe blau- bis grauschwarz gefärbte Thonmassen zu betrachten, denen bald sehr feine Körner von Feldspath und Quarz oder Blättchen von Glimmer, bald auch mehr oder minder viel Theile von kohlensaurem Kalk beigemengt sind. Ihre Verwitterung, welche bei nicht zu starkem Quarzgehalt am ersten dann eintritt, wenn ihre Schichten sehr dünn sind und

eine stark geneigte Lage haben, beginnt in der Regel damit, daß die kohligen Beimengungen dieser Felsarten sich durch Anziehung von Sauerstoff in Kohlensäure umwandeln und nun entweder entweichen oder mit Hülfe von Feuchtigkeit den Alkali- oder Kalkerde-Gehalt aus seiner Verbindung mit dem Thone reißen, so daß dieser selbst nun mürbe wird und anfangs in dünne Blättchen, später aber in eine lockere, ziemlich gleichartige, mit äußerst feinen Schiefertheilchen untermengte thonig-lehmige bis thonmergelige Krume zerfällt. Bei diesem ganzen Prozesse findet jederzeit eine Bleichung der dunkeln Steinfarbe statt (da ja das färbende Mittel entweicht), so daß die vollständig ausgebildete Erdkrume nicht mehr schwarz, sondern mehr oder weniger ockergelb oder braun ist. — Etwas abgeändert erscheint dieser Verwitterungs- und Bodenbildungsprozeß der thonigen Felsarten, wenn das färbende Mittel derselben Eisenoxydul ist. In diesem Falle verbleichen sie nicht, sondern beschlagen sich beim Beginne ihrer Zersetzung mit Eisenocker.

Wegen seiner vielen Schieferblättchen, seines fast nie fehlenden Sandgehaltes und seiner gewöhnlich dunkeln Farbe ist der Boden der thonigen Schiefergesteine leicht zur Erhitzung und Austrocknung geneigt, er bedarf daher einer feuchten oder beschatteten Lage oder einer die Feuchtigkeit und doch auch die Wärme zusammenhaltenden Bedeckung, wenn er diejenige Fruchtbarkeit äußern soll, bei welcher er als ein wohlhabender Träger einer schönen Kali- und Kalk- oder Talkflora, und als der Erzeuger vortrefflichen Weins erscheint.

Häufig wird übrigens unter sonst günstigen Umständen die Fruchtbarkeit dieses Bodens beeinträchtigt durch einen größeren oder geringeren Gehalt von Eisenvitriol oder Alaun, welcher sich durch die Zersetzung von Schwefelkiesen, die sehr oft den Bildungsgesteinen desselben beigemengt sind, bildet.

Endlich muß noch erwähnt werden, daß für die Fruchtbarkeit dieses Bodens die Ablagerungsart seines Untergrundes einen sehr großen Einfluß hat. Liegen nämlich die densel-

ben bildenden Schiefer muldenförmig gebogen oder winkelig geknickt, dann ist in der Regel die auf ihnen lagernde Ackerkrume naß oder sogar sumpfig; besitzen dagegen diese Schiefer eine geneigte, fächerförmige oder gar senkrechte Stellung, dann bilden sie häufig Klüfte, in welche alle die vom Regenwasser ausgelaugten Nahrungssalze der Oberkrume niedersinken, wodurch diese immer ärmer und dürftiger wird.

Arten:

α. Boden des Thonschiefers (vergl. I. Thl. §. 135): Graugelbe (bis schwärzlich-braune) vorherrschend thonige Krume, welche sich dem Lettenthone oder dem Lehme um so mehr nähert, je mehr ihrem Muttergesteine Kieselerde beigemengt war. Im Allgemeinen nur dann einigen Vorrath von Alkalien und Talkerde besitzend, wenn der Thonschiefer in seiner Masse Theilchen von Feldspath, Glimmer oder Talk enthielt. — Bisweilen auch viele kohlige Theile besitzend und dann sehr dunkel gefärbt, locker und warm. — Endlich auch, namentlich in nassen Lagen, hier und da in seinen untern Schichten ziemlich viel Eisenvitriol producirend. — Im Allgemeinen Boden der Fichte.

β. Boden des Grauwackeschiefers: Meist dunkelgraulich-gelbe, mit feinen Glimmerblättchen und Quarzkörnchen untermengte, im Ganzen magere und meist eisenreiche Thonkrume, die zum Austrocknen geneigt ist und darum sehr vielen Düngers bedarf, wenn sie recht fruchtbar sein soll. Unter den Waldbäumen scheint vorzüglich die Fichte auf ihr heimisch zu sein.

γ. Boden des Schieferthons (Kohlenschiefers) [I. Thl. §. 110. S. 112]: Graulich-gelblich-braune bis schwärzliche thonige Krume, welche häufig sehr viel Eisenvitriol oder Alaun enthält, gewöhnlich auch viel kohlige Theile besitzt, aber in der Regel arm an Alkalien erscheint. Gewöhnlich sehr naß.

δ. Boden des Lettenschiefers aus der Lettenkohlengruppe des Keupers: Gewöhnlich sehr

fette, schmierige Thonkrume, welche sich dem gemeinen Thone sehr nähert und nur dann fruchtbar zeigt, wenn sie, wie dies oft der Fall ist, mit Mergeln wechsellagert und durch Umackern allmählig Theile dieser letzteren in sich aufgenommen hat.

δ. Boden des mergeligen Schieferthons oder Liasmergelschiefers (I. Thl. §. 118): Eine im Anfange äußerst lose, blätterige, grauschwarze Bodenmasse, welche nur allmählig sich in ein dunkelgefärbtes, mürbes thonmergeliges Erdreich umwandelt. Bisweilen ist dieses Erdreich so voll Eisenvitriol, daß es recht gut zur Vitriolsiederei benutzt werden könnte. Oft aber finden sich in ihm auch größere und kleinere Knollen eines dunkelgefärbten mergeligen Kalksteins vor. Ist dieses der Fall, dann verschwindet der Eisenvitriol immer mehr und der Boden zeigt sich recht fruchtbar. Gewöhnlich lagert er auf einem mergeligen Sandsteine oder auch auf den bunten Mergeln des Keupers.

b. Boden der ockergelben bis rothbraunen Thonsteine: Eisenschüssiger Thon, rother bis grauer Schieferletten, Thonsteinporphyr. — Wenn die ebengenannten Gebirgsarten ziemlich frei von Beimengungen und mit einer gewissen Mächtigkeit auftreten, so bilden sie bei ihrer allmähligen Verwitterung zuerst ein Haufwerk von größern und kleinern, eckigen Blättchen und Stückchen, später aber durch Einfluß von abwechselnder Wärme und Kälte, Trokkenheit und Näße eine eisenschüssige, meist ockergelbe bis rothbraune Thonkrume, die sich in ihren Eigenschaften bald mehr dem Eisenthone oder Lettenthone, bald mehr dem gemeinen Thone nähert und an alkalischen Salzen in der Regel sehr arm ist. Das übrige Verhalten dieser Krume ist zunächst nicht nur von der Menge und der Art, sondern auch von der Verbindungsweise ihres Eisengehaltes mit dem Thone, außerdem aber auch von dem Vorhandensein und der Menge des ihr beigemengten Quarzsandes und Glimmers abhängig. Nach allen diesen Bei-

mengungen erscheint der eisenschüssige Thonlettenboden der obengenannten Gebirgsarten fruchtbar, 1) wenn er neben seinem Eisenoxydhydrate noch 30—50 Proz. gleichmäßig beigemengten Sandes besitzt, 2) eine etwas geneigte, aber nicht steile Lage hat, und 3) in leichtem Schatten gehalten wird. Zu tiefer Schatten schadet ihm eben so sehr, wie eine zu freie sonnenreiche Lage. Auch bedarf er vielen Düngers, da ihm von Natur die Bodennahrstoffe sehr abgehen. — Ist er mit vielem Sande und mit Glimmerblättchen untermengt, so zeigen sich auf ihm die schon oft erwähnten Adern und Knollen von Eisenausscheidungen sehr häufig.

Bemerkung. Nach sorgfältigen Untersuchungen, die der Verfasser — aufmerksam gemacht durch Kindler's im §. 73 erwähnte Beobachtungen — über die Entstehung dieser Eisenadern anstellte, fand er, daß in vielen Fällen die Säure-Ausscheidungen fauliger Pflanzen-, namentlich Baumwurzeln die erste Veranlassung zur Lossscheidung des Eisenoxyds von dem Thone oder Lehme sein können, denn er sah nicht nur solche Eisenadern da am häufigsten, wo faulige Pflanzenwurzeln im Boden lagen, sondern er bemerkte auch Wurzeln von Heide, welche mit Eisenocker dicht überzogen waren. In einem Boden, welcher häufig aufgelockert wurde, so daß die in demselben liegenden Pflanzenreste bald verwesen konnten, zeigten sich nie solche Ausscheidungen.

α. Boden des eisenschüssigen Thonsteins im Rothtodtliegenden: Braunroth, in der Regel über 15 Proz. chemisch abtrennbaren Eisenoxydes besitzend, arm an Alkalien, höchstens mit Spuren von Kalk- und Talkerde. In feuchten Lagen schmierig, anklebend und zu Sumpfungen geneigt, daher mit Pflanzen der Moorflora bedeckt; in zu trocknen, sonnenreichen Lagen aber berstend, sich in ein loses Haufwerk von dünnen Blättchen zertheilend, die sich an ihren Spaltflächen allmählig eisenschwarz überziehen und dann nur eine dürftige Luftflora tragen. Fruchtbarer, wenn er eine (bis 30 Proz. betragende) Beimengung von gröberem und feinerem Sande, namentlich von Feldspath-, Granit- und

Porphyrstückchen besitzt, wie dies namentlich da der Fall ist, wo sich sein Muttergestein in Wechsellagerung mit den Granitconglomeraten des Todtliegenden befindet. Alsdann nähert er sich einerseits dem Eisenthone (§. 224 1. β.), andererseits dem sandigen Lehme (§. 224 1. α. a.) in der Ertragsfähigkeit.

β. Boden des rothen Thonlettens im bunten Sandsteine: Roth, ockergelb und bläulichgrau; meist sandig und voll Glimmerblättchen und deshalb, sowie wegen seiner dunkeln Färbung, sehr zum Austrocknen geneigt. Häufig eine geringe Quantität Kalkerde oder etwas Gyps besitzend, sonst aber gewöhnlich arm an Düngsalzen, daher auch meist nackt und kahl an Pflanzen. Soll er fruchtbarer werden, muß man ihn mit feuchten, leicht verwesenden Düngstoffen versorgen und dann mit einzelnen Bäumen bepflanzen, welche ihn in Schatten halten. Alles dies gilt vorzüglich von dem rothen Thonletten. Viel besser steht es mit dem ockergelben, Eisenoxydhydrat haltigen Thonletten. Dieser hält sich feuchter und nähert sich überhaupt in seinen Eigenschaften dem Lehme. Sehr häufig kommen diese beiden Thonletten-Arten wechsellagernd mit einander vor. Stehen alsdann die Schichten ihrer Muttergesteine senkrecht neben einander, so werden sie durch die Pflugschaar unter einander gemischt und es verbessert dann eine Art die andere.

γ. Boden des Thonporphyrs: Graubraun in's Rothbraune; mager, meist ziemlich flachkrumig; oft mit Quarzkörnern und Feldspathstückchen untermengt. An nicht zu sonnenreichen Lagen der Fruchtbarkeit des sandigen Lehmbodens nahe kommend.

§. 234.

5) Boden der kalkigen Felsarten. Kalksteine, Mergel und Dolomite der verschiedenen Formationen sind das Bildungsmaterial eines Bodens, welcher nach §. 225 — §. 226 mindestens 10 Proz. mit Salzsäure ausziehbaren kohlensauren Kalkes und außerdem eine größere oder kleinere Quantität

von Thon, Quarzsand, kohlensaurer Talkerde und auch wohl Eisenoxyd enthält; der um so mehr der Beschattung und Befeuchtung zu seiner Fruchtbarkeit bedarf, je mehr sein Kalkgehalt hervortritt, und welcher durch die früher schon beschriebene Kalkflora charakterisirt wird. — Die Eigenschaften und Abänderungen, welche dieser Boden je nach dem stärkeren oder schwächeren Hervortreten eines seiner Gemengtheile oder seiner Lage oder Umgebung offenbart, sind in den obigen §§. im Allgemeinen hinlänglich beschrieben worden. Außer ihnen zeigt er aber an seinen verschiedenen Lagerorten noch mehrere Eigenthümlichkeiten sowohl in seinen physischen und chemischen Eigenschaften, wie in seinem Verhalten zur Pflanzenwelt, welche entweder von der gleichmäßigeren oder ungleichmäßigeren, von der schnelleren oder langsameren Verwitterung, von besonderen Beimengungen oder von den Zerklüftungen und Lagerungsverhältnissen seiner Bildungsgesteine abhängig sind, und die, so örtlich sie oft auch sein mögen, doch einen entschiedenen bald günstigen bald ungünstigen Einfluß auf seine Fruchtbarkeit ausüben.

Arten:

a. Boden der eigentlichen Kalksteine.

α. Boden des Grauwackekalkes (vergl. I. Theil, §. 120 unter a. β. 1. a.). Dieser Kalkstein, welcher in den meisten Fällen neben seiner Kalkerde und seinem Thone noch kohlensaure Talkerde, Kieselerde und mehr oder weniger innig beigemengtes Eisenoxyd besitzt, zerklüftet sich zwar da, wo er zu Tage ausgeht, sehr bald und giebt dadurch den Atmosphärilien Raum genug, um in sein Inneres einzudringen und seine Masse zu zerkrümeln; demungeachtet aber producirt er nur eine im Ganzen genommen ärmliche, graugelbliche bis braune, mit vielen Steinbrocken untermengte Erdkrume, welche wegen ihres meist starken (oft bis 6 Proz. heranwachsenden) Eisen- und Kieselerde-Gehaltes mehr als eine andere Kalkbodenart austrocknet und die Bindung verliert. Besser, bindiger und krümlicher zeigt sich dieser Boden da, wo sein Muttergestein thoniger ist und nur wenig

oder kein Eisen beigemengt enthält, wie dies z. B. an mehreren Orten des Thüringer Waldes der Fall ist. Er nähert sich dann sogar dem thonigen Mergelboden.

b. Boden der Zechsteinkalke (vergl. I. Thl. §. 120. a. β. 1. b.). Wohl in keiner andern Formation ändert der Kalk so sehr sowohl in seiner Struktur, als in seinem chemischen Gehalte, als in der Zechsteinformation. Da giebt es 1) dichte schwärzliche bis dunkelrauchgraue, dünngeschichtete, mergelige Kalke mit oder ohne Bitumen; 2) graugelbliche, poröse bis zellige, kohlensaure Talkerde und ziemlich Thon haltige, dickgeschichtete Kalksteine mit oder ohne Schwefelwasserstoffgas; endlich 3) röthliche, braune, massige, ganz von Thoneisenarten durchzogene Kalksteine mit oder ohne Kieselerde. Je nach diesen verschiedenen Arten muß natürlich auch der von ihnen erzeugte Boden verschieden sein.

α. Der Boden des dünngeschichteten, dunkelgrauen Zechsteinkalkes ist in der Regel ein dunkelgefärbter, bindiger, gleichkruniger, ziemlich von Stein- und Sandbeimengungen freier, 25—35 Proz. Kalk haltiger thoniger Mergelboden, welcher sich selbst in schattenlosen Lagen sehr fruchtbar zeigt und in der Mannichfaltigkeit seiner Flora nicht leicht von einem andern Kalkboden übertroffen wird. Ganz besonders ist dies der Fall, wenn sein Bildungsgestein viel kohlige Stoffe besitzt (was man leicht an dem Verbleichen des Bodens bemerken kann, wenn man denselben befeuchtet der Sonne aussetzt). Denn alsdann entwickelt er bei fortschreitender Verwitterung eine Menge Kohlensäure, welche nicht nur seinen Gewächsen zu gut kommt, sondern auch die weitere Löslichkeit des Kalkes und der Bodensalze befördert.

β. Der Boden der graugelblichen bis rauchbräunlichen Kalksteine enthält gewöhnlich 70 bis 80 Proz. Kalk und 1—10 Proz. kohlensaurer Talkerde, ist sehr feinkrumig, ja oft — namentlich

an schattenlosen, trockenen Orten — sogar staubig (Asche) und bedarf vieler Feuchtigkeit, um stets die gehörige Bindigkeit zu haben. Ist er aber einmal durch tüchtige Düngstoffe in guten Zustand versetzt, dann zeigt er auch, wofern man ihn im Schatten hält, nicht blos eine große, sondern auch eine sehr nachhaltige Pflanzennahrhaftigkeit — Häufig besitzt das Muttergestein dieses Bodens Spuren von Phosphorsäure und beträchtliche Mengen von Schwefelwasserstoff (welcher sich durch seinen häßlichen Geruch beim Zerschlagen des Gesteins bemerklich macht). Bei der Verwitterung wird diese Luftsäure von der Feuchtigkeit des Bodens so lange gebunden, als er in Schatten gehalten und vor Ausdürrung bewahrt wird. So lange kein oder nur sehr wenig Eisen im Boden vorhanden ist, wirkt sie sehr günstig auf dessen Fruchtbarkeit ein und macht ihn zu einem vortrefflichen Träger von Hülsenfrüchtlern, Buchen, Eschen, Elsbeer- und Mehlbeerbäumen.

γ. Der Boden des Eisenkalkes, ein in der Regel dürrer, äußerst lockerer bis staubiger, meist flachkrumiger, dunkelgelb-brauner Boden, welcher ganz von thonigem Brauneisenerz durchzogen ist und deshalb sehr viel feuchten Düngers bedarf, wenn er nur einigermaßen fruchtbar sein soll. Um Vieles geringer noch zeigt sich seine Fruchtbarkeit, wenn seiner Masse neben dem Eisen auch Kieselerde beigemengt ist. In diesem Falle braust er nur wenig mit Säuren auf, da ein Theil seiner Kalkerde mit der Kieselsäure zu kieselsaurem Kalk verbunden ist. Auch zeigt er sich alsdann so hartkrumig, daß er eine Glastafel ritzt, welche man mit ihm reibt. In seiner Qualität kommt er unter solchen Verhältnissen dem sandigen Lehmboden fast gleich.

c. Boden der Kalke aus der Muschelkalkformation (I. Thl. §. 120. a. β. 1. c.). Die hierher

gehörigen Kalksteine zeigen sich hauptsächtlich unter zwei Formen: entweder sehr dünngeschichtet und mehr thonig (so im Allgemeinen der Wellenkalk) oder mehr massig und mehr oder weniger Talkerde und Eisenoxyd haltig (so der Kalkstein von Friedrichshall, Ammoniten-, Trochiten- und Terebratulakalk). Je nach diesen Formen zeigt sich ihre Verwitterung und Bodenbildung verschieden:

α. Der dünnschichtige Wellenkalk, welcher gewöhnlich nur ganz schwache Thonzwischenlager besitzt, zerbröckelt und blättert sich zwar sehr bald, bildet aber demungeachtet nur sehr langsam eine wirkliche Erdkrume, wenn er sehr stark zerklüftet ist und auf schattenlosen Anhöhen lagert. Sind nämlich die dünnen Schichten dieses Kalkes stark verworfen, so daß sie senkrecht oder fächerförmig stehen, so besitzen sie oft tiefe und weite Absonderungsklüfte, durch welche das Meteorwasser sammt seinen Kalklösungen in die Tiefe fortgefluthet wird, wo es nun seine Kalktheile als Kalksinter und Stalaktiten wieder absetzt. Lagern noch dazu diese Schichten auf freien Berghöhen, so verdunstet alle Feuchtigkeit wieder, ehe sie noch auf die Kalksteine einwirken kann. Alles dies ist nun der Fall in Eisenachs Umgegend. Daher kommt es, daß hier die aus Wellenkalk bestehenden Berghöhen seit Jahrhunderten nackt und öde dastehen, höchstens nur Luftpflanzen und eine dürftige Grasnarbe vom Schafschwingel (**Festuca ovina**) aufzeigend. Ganz anders zeigt sich der Wellenkalk in seiner Verwitterung da, wo er am Fuße der Muschelkalkberge lagert und alle die von oben herab fließende, oft mit humösen Stoffen vermischte Feuchtigkeit erhält. Hier verwittert er bald und bildet zuerst eine aus lauter dünnen Schieferblättchen bestehende, sehr lockere thonig-kalkige und später eine mehr bindigere, nur wenig Steinbröckchen haltige, kalkmergelige oder auch

wohl thonmergelige Krume, welche häufig Gyps enthält und, wenn sie nur einigermaßen alkalische Düngstoffe bekommt, sehr fruchtbar wird und vortrefflichen Weizen, herrlichen Wein und schöne Buchen erzieht.

β. Der massige oder dickschichtige Kalkstein, dessen Schichten gewöhnlich durch starke Thonzwischenlagen von einander getrennt sind, bedarf sehr langer Zeit, ehe er zerfällt. Und ist er endlich einmal auch in Stücken zertrümmert, dann liegen diese wieder lange in dem aus seinen Zwischenlagen gebildeten Thonboden umher und machen diesen zu einem schwer zu bearbeitenden, Kalk haltigen Thon (§. 225 a.) oder auch steinigen Kalkboden (§. 226 β. a.), ehe sie sich zum Theil so weit zersetzen, daß sie mit dem Thone innig vermischt eine Art mergeliger Krume bilden. — Boden vom Kalksteine von Friedrichshall aus der nächsten Umgebung von Eisenach enthielt nie weniger als 18 Proz. groben Kalksandes und höchstens 45 Proz. durch Säuren absonderbarer kohlensaurer Kalkerde. Außerdem zeigte derselbe Boden auch noch fast 3 Proz. kohlensaurer Talkerde und (aber nicht immer) Spuren von Phosphorsäure.

Bemerkung. Der Verfasser fand die Phosphorsäure öfters in diesem Kalksteine, aber nie in wägbarer Menge und stets da, wo viel Ammoniten und Enkrinitenreste im Kalk vorhanden waren. Ueberhaupt fand er diese Säure auch im Zechstein und dessen Dolomit immer nur da, wo diese Gesteine sehr viel Korallen (Gorgonien und Krinoidenstiele) besaßen.

Uebrigens ist dieser Boden häufig auch mehr oder weniger seichtgründig und dann sehr leicht austrocknend, ja an etwas abschüssigen Bergabhängen so armkrumig, daß kaum noch die genügsame Wachholder in ihm fortkommen kann. Keine andere Kalkkrume bedarf vielleicht an Bergabhängen mehr des Baumschutzes, als diese. — Unter den Baumarten trifft man am schönsten auf diesem Boden

an luftigen, krumenarmen Lagen die Eberesche, die Mehl- und Elsbeere, die Kirsche,
an tiefgründigen, beschatteten Orten die Buche, die Esche, die Ahorn-Arten.

Die Nadelhölzer scheinen für die Länge der Zeit nicht gut fortkommen zu können.

d. Boden des Liaskalkes. Die dunkelgefärbten Kalkablagerungen der Liasformation sind gewöhnlich sehr thonreich und voller Bitumen. Die Folge davon ist, daß sie sehr bald verbleichen, mürbe werden, in einen krümlichen, von Steinresten ziemlich freien [aber oft stark mit versteinten Muscheln (Gryphiten) untermengten], tiefgründigen, dunkelgraugelblichen, kalkigen Mergelboden zerfallen, in welchem der Verfasser bis jetzt noch keine Spur von Talkerde oder Phosphorsäure auffinden konnte. Wenn das Bildungsgestein dieses Bodens nur bis 35 Proz. Kalk enthält und mit Thonschichten wechsellagert, dann erscheint dieser Boden sehr schmierig, naß, zähe, im festen Zustande berstend und überhaupt dem Thonmergel sehr ähnlich.

e. Boden der Kalksteine in der Juraformation. Er zeigt sich verschieden je nach der Struktur und den Beimengungen seiner Bildungsfelsart:

α. Die dichten, festen Kalksteine bedürfen sehr langer Zeit, ehe sie zu verwittern beginnen und dann produciren sie eine seichtgründige, mit vielem Steingerölle untermengte, fast aller Bindung baare, ewig durstige Krume, welche bis 87 Proz. Kalk und fast gar keine Alkalien enthalten soll.

β. Die mehr thonigen oder sandigen Kalksteine verwittern bald und bilden einen Boden, welcher sich dem thonigen oder sandigen Mergel nähert, gewöhnlich aber leicht austrocknet, wenn man die ihm beigemengten oder ihn bedeckenden Kalktrümmer von seiner Masse entfernt.

γ. Die Rogensteine, welche um so leichter verwittern, je gröber ihr Korn und je größer ihr Gehalt an Thon ist, bilden einen thonig-kalkigen oder sandig-kalkigen

Boden, welcher anfangs fast gar keine Bindung hat und bei etwas abhängiger Lage leicht von Regengüssen aus einander getrieben wird, später aber, wenn durch fortgesetzte Düngung und Bepflanzung seine Rogenkörner mehr und mehr zersetzt werden, ziemlich fruchtbar erscheint.

Bemerkung. Der Verfasser muß gestehen, daß er über die Beschaffenheit der Jurakalke noch nicht ganz genau unterrichtet ist, da seine eigenen Erfahrungen hierüber nur oberflächlich sind und ihm das, was in verschiedenen Werken über diese Bodenarten angegeben ist, sehr dürftig und oft sogar widersprechend erscheint. Aehnlich ergeht es ihm mit manchen Bodenarten der folgenden Formationen.

f. Boden der Kalke in der Kreideformation.

Wenn die Kreide wenige oder keine thonigen oder sandigen Beimengungen enthält, trotzt sie ungeachtet ihrer erdigen Struktur doch sehr lange der chemischen Verwitterung. Es ist daher der Boden, welcher aus ihrer allmähligen Zersetzung hervortritt, meist nur arm an wirklich erdiger Krume; mit größern und kleinern Kreidestückchen, Feuersteinknollen und quarzigen Versteinerungen von Belemniten, Seeigeln und Korallen untermengt; bindungslos; beim Regen leicht durch und durch erweichend, aber eben so rasch wieder zu Staub austrocknend; arm an allen möglichen Nahrstoffen und nur da für Pflanzenzucht tauglich, wo er eine die Nässe haltende thonige Unterlage oder eine Lage besitzt, in welcher ihm von seiner Umgebung nicht blos hinlänglich Feuchtigkeit, sondern auch Nahrungsstoffe zugeleitet werden. Dies ist nun der Fall, entweder wenn er in Thälern lagert, von deren Bergen ihm jeder Meteorwasserniederschlag, erdige Theile und Düngstoffe zugeleitet werden, oder am Gestade des Meeres, wo er durch die fortwährende Verdunstung des letztern nicht nur kühler und feuchter gemacht wird, sondern auch die mit dem Meereswasser verdunstenden Natron- und Talkerdesalze und andere nahrhafte Stoffe erhält. — Ist aber die Kreide mit thonigen oder sandigen Theilen vermischt, wie dies bei der mergeligen Kreide, dem Pläner und den Kreidemergeln in den untern

Lagen der Kreideformation der Fall ist, dann verwittert sie bald und liefert einen ziemlich tiefgründigen, feinkrumigen kalkigen oder sandigen Mergelboden, der nur einer gehörigen Beschattung oder einer etwas feuchten Lage bedarf, um fruchtbar zu sein.

g. Der Boden der Kalksteine aus dem Tertiärgebirge, Diluvium und Alluvium (Grobkalk, Kalktuff u. s. w.). Diese Kalksteine enthalten in der Regel 20 bis 30, ja in einzelnen Fällen bis 40 Proz. Thon, meist auch mehrere Prozente Sand und oft auch humose Stoffe. Ist dieses der Fall, dann verwittern sie sehr bald und bilden einen steinfreien, ziemlich tiefgründigen und mehr oder weniger bindigen Boden, welcher sich bald dem lehmigen Kalkmergel, bald dem thonigen oder lehmigen Kalkboden nähert und in der Regel so fruchtbar ist, daß man ihn selbst zum Verbesserungsmittel für andere Bodenarten brauchen kann. Sehr zu Statten kommt ihm seine gewöhnliche Lage in Flußthälern oder auf einem thonigen Untergrunde.

b. Boden der Mergelarten. Es ist schon in den §§. 57—61 und im §. 226 unter α so viel über den Mergel und seine Abarten mitgetheilt worden, daß er hier keiner Erwähnung weiter bedarf.

c. Boden der Dolomite. Nach §. 119 des I. Thls. sind Dolomite Verbindungen von 42,9—88,2 kohlensaurer Kalkerde mit 10,8—55,4 kohlensaurer Talkerde. Als Beimengungen dieser Verbindungen treten namentlich hervor Thon, feiner Quarzsand, Eisenoxyd und bisweilen auch Bitumen und Phosphorsäure. Ihr Gefüge ist dicht, körnig, krystallinisch, porös bis zellig. Ihr spezifisches Gewicht = 2,8—3,5. — Sie kommen am stärksten entwickelt in der Zechstein-, Muschelkalk-, Keuper- und Juraformation vor.

a. Der Dolomit der Zechsteinformation, welcher im Allgemeinen arm an Thon- und Sandbeimengungen und gewöhnlich krystallinisch, sehr porös oder zellig und

voller Löcher, Spalten und Klüfte ist, wird am meisten von dem Meteorwasser innerhalb seiner Zellen und Klüfte angegriffen, in diesen gewöhnlich bald mürbe gemacht und in eine rauh anzufühlende, meist 10—15 Proz. kohlensaure Talkerde haltige Kalkkrume umgewandelt. Allmählig schreitet dieser Verwitterungsprozeß immer weiter nach dem Innern der Steinmasse vor, bis dieselbe nach allen Richtungen hin so mürbe geworden ist, daß der winterliche Frost sie in Blöcke, Gerölle und groben Sand zersprengen kann. Die im Innern der Steinklüfte gebildete Erde wird nun durch den Regen ausgewaschen und bildet einen seichten, sehr lockern, mit den Geröllen und dem Sande reichlich untermengten Boden, welcher nichts weiter zu ernähren vermag, als Luftpflanzen oder eine sehr genügsame Kalkflora (in größter Menge **Aster amellus** und **Gentiana ciliata**). — Ist nun die felsige Unterlage dieses Bodens stark zerklüftet und (was leider häufig der Fall ist) oder ist seine Lage sehr trocken und luftig, so braucht er sehr lange Zeit, ehe sich seine Steinbeimengungen auch zersetzen und die Krume auch nur in etwas tiefgründiger machen. — Liegt er aber am Fuße von Bergen, in Thalsohlen oder etwas feucht, oder wird er, sobald als es nur angeht, mit genügsamen und schnellwüchsigen Bäumen und Sträuchern bepflanzt, dann stellt er in feuchthaltendem Schatten und mit Hülfe der verwesenden Abfälle dieser Pflanzen bald eine recht fruchtbare Krume dar, die hauptsächlich zur Zucht von Birnbäumen, Steinobstlern (namentlich Kirschen), Wallnüssen, Buchen, Eschen und Ahornen geeignet ist.

b. Der Dolomit der Muschelkalkformation, welcher gewöhnlich über dem Ammonitenkalk lagert und oft gyps- und salzführenden Thon zur Sohle hat, enthält meistens mehrere Prozente Thon und Sand. Er widersteht daher der Verwitterung gar nicht lange und bildet bald eine ziemlich tiefgründige, von Steinbeimen-

gungen fast freie, lehmige Kalkkrume, welche in der Umgegend Eisenachs leber- bis ockergelb ist, bis 18 Proz. kohlensaure Talkerde enthält und sich bei reichlicher Versorgung mit nicht zu hitzigem Dünger recht fruchtbar (vorzüglich für Kernobstbäume) zeigt.

c. Der Dolomit des Keupers, welcher gewöhnlich ockergelb oder auch rauchgrau ist und über dem graugelblichen Keupersandsteine lagert, kommt in seiner Verwitterbarkeit und Bodenbildung dem Muschelkalkdolomite ziemlich gleich, bedarf aber größerer Feuchtigkeit als dieser.

Zusätze. 1) Die bis jetzt betrachteten Dolomite sind häufig von Stöcken und Adern von Gyps durchsetzt. Bei ihrer Verwitterung wird der Gyps ihnen beigemengt und wirkt dann sehr vortheilhaft auf ihre Fruchtbarkeit ein, wenn sie nicht zu trocken liegen.

2) Man findet beim Schlämmen dieser Dolomitböden meistens eine beträchtliche Menge (oft 12 Proz. und darüber) Sandes. Bei genauer Untersuchung ergibt es sich indessen, daß dieser Sand sehr häufig aus Stückchen von Bitterspathkrystallen und nicht aus Quarzkörnern besteht. Für die Fruchtbarkeit des Dolomitbodens ist dies wohl zu beachten; denn jene Sandbeimengungen verbessern in der Folge die Fruchtbarkeit, diese dagegen verringern sie.

d. Der Juradolomit bildet im Allgemeinen eine seichte, mit vielen Steingeröllen untermengte, oft mit klüftigem Sohlengesteine versehene, fast dem lehmigen Kalkboden ähnliche Krume, welche lange Zeit, viel Feuchtigkeit und tüchtige Düngung braucht, wenn sie die Fruchtbarkeit zeigen soll, die man ihr gewöhnlich zuschreibt. Sie soll übrigens der beste Boden für die **Pinus austriaca** und **Quercus cerris** sein.

Bemerkung. Auch über den Juradolomit fehlt es dem Verfasser noch an gehörigen Erfahrungen.

d. Boden des Gypses. Der Gyps, welcher in der Zechstein-, Muschelkalk- und Keuperformation bedeutende Lager und Stöcke bildet, verwittert zwar bald, stellt aber demungeachtet für sich kein eigentliches Erdreich, sondern nur ein

loses Haufwerk von größeren und kleineren Gypsstückchen dar, in welchem nach des Verfassers Erfahrung kaum Luftpflanzen gedeihen. Wenn er aber, wie dies in der Muschelkalk- und Keuperformation der Fall ist, nur nester- und adernweise in den mergeligen Thonlagen vorkommt, dann bildet er mit diesen vereint eine mergelige Thongypskrume, welche bei einiger Düngung und einem nicht stark zerklüfteten Untergrunde recht fruchtbar ist.

II. Boden der gemengten Felsarten.

§. 235.

A. Boden der gemengten krystallinischen Felsarten.

Seine Hauptgemengtheile sind die verschiedenen Arten des Thons, hauptsächlich der Eisenthon und Lehm. Als Beimengungen treten namentlich auf Stückchen und Sand von Quarz, Feldspath, Glimmer, Hornblende und Augit. Kohlensaurer Kalk kommt nie in seinem mechanischen Krumengemenge vor. Als chemische Beimengungen sind namentlich die kieselsauren (oder kohlensauren) Salze des Kali und der Kalk- und Talkerde hervorzuheben; ja es ist dieser Boden die Urheimath dieser Salze zu nennen. Er ist im Allgemeinen um so seichter und krumenärmer, je feinkörniger und quarzreicher sein Muttergestein und je höher oder steiler seine Bildungsstätte sich zeigt. Seine Hauptlagerorte beschränken sich in der Regel auf das Innere der Gebirge; im Hügellande tritt er nur ausnahmsweise auf und in die Thäler und Ebenen gelangt er nur durch Wasserfluthungen. Wegen dieser Lagerungsverhältnisse ist er im Ganzen genommen mehr für den Waldbau als für die Kultur von landwirthschaftlichen Gewächsen geeignet. Bemerkenswerth sind manche Abänderungen, welche er durch die Vermischung mit dem Boden seiner Umgebung, namentlich mit Kalk, erleidet. Je nach dem vorherrschenden Gemengtheile seiner Bildungsfelsarten zerfällt er in folgende Abtheilungen:

§. 236.

a. Boden der quarzreichen Felsarten (hornstein- und quarzführender Porphyr). In der Regel ein seichter, an abschlämmbaren Theilen armer sandiger Lehmboden, der nur an den unteren Orten feucht gelegener Abhänge sich geeignet zeigt für den Anbau von Tannen und Eichen, an höher gelegenen Orten aber oder auf den Höhen der Gebirge nur Luftpflanzen, unter anderen Kiefern, ernähren kann.

α. Boden des Hornsteinporphyrs. Der Verfasser untersuchte eine Verwitterungskrume dieses Porphyrs (vom Thorsteine am Inselsberge) und fand in 100 Theilen desselben 6 Proz. Eisenthones mit Spuren von Kali; alles Uebrige war Sand von Hornstein.

β. Boden des Quarz führenden Porphyrs vom Meisensteine bei Ruhla enthielt in 100 Theilen 10 Proz. Lehm mit 1,75 Proz. Kalkerde.

§. 237.

b. Boden der feldspathreichen Felsarten (vgl. I. Thl. §. 125). Feldspath oder Feldstein, die Hauptgemengtheile dieser Felsarten, sind unter allen die bei ihrer Zersetzung den meisten Thon liefernden Felsbestandtheile. Demgemäß wird der Boden der ebengenannten Felsarten um so thonreicher sein, je mehr in ihrem Mineralgemenge eins dieser beiden Mineralien vorherrscht und je weniger sie Quarzkörner und Glimmerblättchen beigemengt enthalten. Jedoch wird man wenigstens in ihrer unmittelbaren Nähe nie solchen strengen Thonboden finden, wie er sich in dem Gebiete des Diluviums und Alluviums zeigt. Als chemische Beimengungen findet man in diesem Boden vorzüglich Kali, Talk- und Kalkerde verbunden mit Kieselsäure. Sie zeigen sich am fruchtbarsten an den unteren sanfteren Gehängen ihrer Berge.

Arten:

1) Boden der granitischen Felsarten (Granit, Protogin und Granulit). Je grobkörniger

und reicher an kryſtalliniſchen Feldſpath dieſe Felsart iſt, deſto leichter verwittert und zerfällt ſie in einen mit ledergelben Thontheilchen untermengten Grus. Liegt dieſer Grus nicht auf trocknen oder zerklüfteten Höhen oder an zu ſteilen, leicht abſchlämmbaren Gehängen, ſo zeigt er ſich ſchon ziemlich zugänglich für die genügſameren Irdpflanzen; denn ſeine einzelnen Steinbröckchen entwickeln bei ihrer fortſchreitenden Verwitterung unaufhörlich kohlenſaures Kali. Die auf ihm ſtehenden Pflanzen ſelbſt befördern alsdann durch ihre Verweſungsprodukte und durch die von ihnen zuſammen gehaltene Feuchtigkeit die weitere Zerſetzung dieſes Gruſes, deſſen letztes Produkt ein gewöhnlich mürber, mit Quarzkörnern und Glimmerblättchen untermengter, leber- bis ockergelber Thon oder Lehm iſt, welcher an den unteren und ſanfteren Gehängen der Granitberge des nordweſtlichen Thüringer Waldes (unweit Ruhla) bis 40 Proz. abſchlämmbarer Theile und in dieſen 0,48—0,76 kieſelſaures Kali und Spuren von kieſelſaurer Talkerde, an Eiſenoxyd aber 2,39 bis 3,8 Proz. zeigte. Dieſer Boden gehört zu den nachhaltigſt fruchtbaren und liefert unter Anderem vortrefflichen Weizen, Kartoffeln und ausgezeichnete Wieſengräſer. Wird er mit Kalk beworfen, oder lagert er von Natur auf oder neben Kalk, wie dies am ſüdlichen Gehänge des nordweſtlichen Thüringer Waldes (z. B. bei Bad Liebenſtein) der Fall iſt, dann ſucht er an Fruchtbarkeit ſeines Gleichen und wetteifert mit dem beſten Mergelboden an Pflanzenproduktionskraft. Alles dies gilt aber nur für den Boden des grobkörnigen Granits und zwar auch nur für den an etwas feuchten und ſchattigen Orten lagernden. Der in engen, feuchten Gebirgsthälern oder in Mulden mit feſtem Unter-

grunde lagernde Granitthon dagegen zeigt sich sumpfig. Der auf kahlen Höhen gelegene Granitgrus ist stets mager und der an den oberen oder steileren Gehängen lagernde wird mit jedem Regenguſſe seiner erdigen Theile beraubt. Möglichst baldige Bepflanzung ist dann das einzige Mittel, wodurch er verbessert werden kann.

Je feinkörniger und quarzreicher aber der Granit ist, desto schwerer verwittert und zerbröckelt er. Und wenn er sich nun endlich auch zerbröckelt, so bildet er eine an erdigen Theilen arme, an sandigen Beimengungen reiche, meist sehr seichte Krume, die nur Luftpflanzen und sehr genügsame Erdpflanzen trägt und sehr lange Zeit und vielen Dünger braucht, ehe sie einmal in ihrer Produktionskraft dem Boden des grobkörnigen Granits ähnlich wird.

2) Boden des feldspathreichen Gneißes. Der Gneiß spaltet sich bei geneigter Stellung seiner Schichtenmasse gewöhnlich bald in scheibenförmige Stücken, die allmählig in einen blättrigen mit ledergelbem Thon untermengten Grus zerfallen, der anfangs nicht besonders fruchtbar ist und erst dann in seiner Pflanzentragkraft dem Granitboden ähnlich wird, wenn er sich vollständig in einen mit vielen Glimmerblättchen untermengten Lettenthonboden zersetzt hat. Ein Boden dieser Art vom Floßberge zwischen Steinbach und Brotterode am Thüringer Walde enthielt etwas über 40 Proz. abschlämmbarer Theile, welche bei ruhigem Stehen noch über 18 Proz. sehr feinen Sandes (Quarzkörnchen und Glimmerblättchen) absetzten und von Kali nur Spuren, von kieselsaurer Kalkerde 0,8 und von Eisenoxyd 3,28 Proz. enthielten.

3) Boden der Porphyre (Feldsteinporphyr und manche Quarz führende Porphyre). Die Verwit-

terung der Porphyre geht im Allgemeinen äußerst langsam vor sich, da die feldsteinige Grundmasse derselben (nach §. 84. I. Theil S. 69) zu wenig chemische Stoffe besitzt, welche die Verwitterungspotenzen kräftig anziehen, und außerdem gewöhnlich noch viel kieselige Beimengungen enthält. Etwas beschleunigt wird dieser träge Verwitterungsgang noch dann, wenn die porphyrische Grundmasse recht viel Feldspathkrystalle, wenig Quarzkörner und eine feuchte Lage hat (vgl. I. Thl. §. 129. S. 140). Da indessen diese günstigen Verhältnisse selten zusammen vorkommen, so ist es kein Wunder, daß der Boden der Porphyre in seinen gewöhnlich hohen, luftigen Lagen nicht nur sehr seichtgründig und arm an abschlämmbaren Theilen ist, sondern auch sehr wenig Nahrungsstoffe enthält, und darum nur Luftpflanzen (**Vaccinium Vitis Idaea, Erica vulgaris**) producirt. Diesem nach hält er im Allgemeinen die Mitte zwischen einem sandigen Lehm- und thonigen Sandboden. Etwas besser zeigt er sich noch in tiefen oder muldenförmigen, feuchten Lagen; ja hier bildet er sogar oft ziemlich reine Thonlager, die aber häufig versumpft sind und Veranlassung zur Bildung von Torfmooren geben.

§. 238.

c. Boden der glimmerreichen Felsarten. (Glimmerreicher Gneiß und Glimmerschiefer.) Auf die Verwitterung und Bodenbildung dieser Gesteine hat 1) die verschiedenartige chemische Zusammensetzung des Glimmers, 2) das Verbindungsverhältniß zwischen Glimmer und Quarz und 3) die Lage der Schichten ungemeinen Einfluß. Mit Beziehung auf den ersten Punkt wird derjenige Glimmer am meisten verwittern, welcher neben einem Kaligehalte von 8—9 Proz. ein oder mehrere Proz. Eisenoxydul besitzt;

mit Beachtung des zweiten Punktes aber wird dasjenige Glimmergestein sich der Verwitterung am geneigtesten zeigen, welches den Quarz nur in einzelnen zwischen den Glimmerblättchen vertheilten Körnern zeigt; mit Berücksichtigung des dritten Punktes endlich zeigen bei sonst gleicher Zusammensetzung diejenigen Glimmergesteine die stärkste Verwitterung, deren Schichten mehr oder weniger aufgerichtet sind. Dies vorausgesetzt zeigt sich als das nur sehr langsam hervortretende Produkt der Glimmergesteine zunächst eine fast nur aus Glimmerblättchen bestehende sandige Eisenthonkrume, welche so lose ist, daß sie kaum Gewächse zu tragen vermag. Demungeachtet ist es zweckmäßig, diese Krume sobald wie möglich mit Pflanzen zu bedecken; denn durch die verwesenden Abfälle dieser werden die Glimmerbeimengungen mehr und mehr zur Verwitterung gebracht, so daß am Ende doch noch eine ziemlich fruchtbare eisenschüssige Krume entsteht, welche sich bald mehr dem Eisenthone, bald mehr dem etwas sandigen Lehme nähert und von Alkalien nur Spuren zeigt. Sind nun die Schichten der Bildungsgesteine aufgerichtet, so zeigt sich der auf ihnen lagernde Boden tiefgründig; lagern dagegen diese Schichten wagrecht, so zeigt sich ihre Krumenbedeckung immer sehr flach.

Arten:

1) Boden des glimmerreichen Gneißes: Ockergelber magerer Lehm mit 8 Proz. Eisenoxydhydrat und einer Spur von kieselsaurem Kali. Nur in nassen Jahren oder in feuchter Lage fruchtbar.

2) Boden des Glimmerschiefers: meist braunrother, selten braungelber Eisenthonboden. Vgl. §. 45. Oft schmierig und klebrig, ohne so zu bersten, wie der Thon (wahrer Eisenoxydthon), oft aber auch mulmig, dem Lehme ähnlich (Eisenoxydhydratthon), bisweilen aber auch wahrer sandiger Lehm.

§. 239.

d. Boden der hornblendereichen Felsarten (Syenit, Diorit, Gabbro und Grünsteinporphyr). Vgl. I. Thl. §. 138—141. — Die Verwitterung dieser Gesteine erfolgt um so eher: 1) je mehr ihr Gehalt an Feldspath hervortritt, 2) je mehr ihre Hornblende Eisenoxydul und Mangan (vgl. I. Thl. §. 84) und je weniger sie kieselsaure Talkerde enthält, 3) je grobkörniger ihr Gefüge ist, 4) je mehr dieselben weiß und schwarzgrün gefleckt sind, 5) endlich je feuchter und kohlensäurereicher ihre Lage ist. Sind mehrere oder alle von diesen günstigen Verwitterungspotenzen gegeben, dann zerfallen die Hornblendefelsarten auch bald in Gerölle und Grus, aus welchem sich eine mürbe, feuchtwarme, ockergelbe bis rothbraune Lehm- oder Eisenthonkrume herausbildet, die neben einer Spur von Kali oder Natron hauptsächlich Kalkerde und Talkerde (bis 3 Proz.) enthält und in ihrer Fruchtbarkeit sich dem Mergel nähert, ja in der Nachhaltigkeit ihrer Ernährungsfähigkeit bisweilen übertrifft. Häufig besitzen die Bildungsgesteine dieses Bodens Schwefelkies beigemengt. Dieser befördert die Krumenbildung ungemein, da er sehr leicht verwittert und durch die dabei frei werdende Schwefelsäure die kieselsaure Kalk- und Talkerde jener Felsarten löslich macht. Freilich erzeugt er auch schwefelsaures Eisenoxydul. Allein dies wird nur dann als schädlich hervortreten, wenn der Gehalt an Schwefelkiesen zu groß war, was jedoch selten der Fall ist.

Arten:

1) **Boden des Syenits**: ein äußerst fruchtbarer, gewöhnlich 4—5 Proz. Eisenoxyd haltiger Thonboden, welcher mit verwitterndem Syenitgrus und Hornblendestücken reichlich untermengt ist und dadurch nicht nur stets locker, luftig und verdunstend gehalten wird, sondern auch nachhaltige Mittel zur Vermehrung und Verbesserung seiner Krume besitzt. Er erscheint in der Regel tiefkrumiger, als der Dioritboden, da er nicht nur grobkörniger ist, sondern

seine Hornblende auch gewöhnlich leichter verwittert. Eine Ausnahme hiervon macht der Boden derjenigen Syenite, welche statt des Feldspathes Labrador enthalten. Diese verwittern viel langsamer; darum ist auch ihr Boden flachkrumiger und grusreicher. In manchen Gegenden benutzt man den Grus dieses Bodens zur Verbesserung schlechter Kalkboden und er soll dann eben die Dienste thun, wie der Mergel.

2) Boden des Diorits: Die Hornblende des Diorits ist gewöhnlich reicher an Talkerde, als die des Syenits; darum braucht er auch längere Zeit zu seiner Verwitterung als dieser. Er zerfällt zuerst in einen Grus, der (namentlich von dem grobkörnigen Diorit) sehr fruchtbar sein und ein gutes Verbesserungsmittel magerer Kalkboden abgeben soll. Das Erdreich, welches endlich aus diesem Gruse entsteht, ist ein fettig anzufühlender Eisenthon oder eisenschüssiger Talkthon, welcher bei anhaltender Nässe leicht schlammig wird, beim gänzlichen Austrocknen aber wenig oder nicht schwindet und berstet, sondern in eine sehr lockere Krume zerfällt. Diese Krume, welche nach des Verfassers Untersuchungen im Mittel 10 Proz. Eisenoxyd und bis 2 Proz. Kalk- und Talkerde enthält, zeigt sich am fruchtbarsten an den sanft geneigten, mittleren Abhängen der Gebirge. (Vgl. den Boden der dichten Trappgesteine.)

Zusatz. Der Grünsteinporphyr braucht sehr lange Zeit, ehe er sich zersetzt. Seine Krume ist gewöhnlich flachgründig und nähert sich am meistem dem im §. 44 beschriebenen Walkerthone.

e. Boden der augitreichen Felsarten (Dolerit und Augitporphyr). Im Allgemeinen dem Basalt- und Melaphyrboden sehr ähnlich, aber in der Regel tiefkrumiger und mit mehr Grus und Sand untermengt, darum auch lockerer und mehr zur Austrockung geneigt, als jener Boden.

B. Boden der Trümmerfelsarten.

§. 240.

Die Trümmerfelsarten sind streng genommen weiter nichts als Stein gewordene urweltliche Bodenarten: ihr Bindemittel ist die ehemalige Krume und die demselben eingekitteten Trümmer sind die ehemaligen Gerölle-, Grus- und Sandbeimengungen. Bei ihrer Verwitterung wirken daher auch Anfangs weniger chemische Kräfte, als mechanisch zertrümmernde Gewalten. Auflockerung und Erweichung des Bindemittels durch die Nässe und Zerkleinerung desselben mittelst des Frostes sind die gewöhnlichen Wirkungen des Verwitterungsprozesses bei den Trümmergesteinen. Man kann deshalb schon aus der Beschaffenheit ihres Bindemittels einen Schluß nicht nur auf die schnellere oder langsamere Verwitterung der Felsmasse selbst, sondern auch auf die Art des aus ihr entstehenden Bodens machen und die Regeln aufstellen: Je bindemittelreicher ein Trümmergestein und je freier dieses Bindemittel von sandigen Beimengungen ist (je weniger mörtelartig es also erscheint), desto leichter verwittert dasselbe und desto reicher an wahrer Krume ist der Verwitterungsboden desselben. — Wenn nun die mechanischen Gewalten die steinerne Schranke zerrissen und den urweltlichen Verwitterungsboden gewissermaßen wieder in seinen ehemaligen Stand zurückversetzt haben, dann erst beginnt die wahre Verwitterung desselben mittelst chemischer Kräfte. Diese nun wird sich nicht sowohl an der schon fertigen Krume, als vielmehr an den derselben beigemengten Felstrümmern offenbaren und um so stärker und erfolgreicher wirken, je mehr für die chemische Verwitterung zugängliche Trümmer in dem Boden vorhanden sind. Von ihrer Beschaffenheit hängt demnach der zukünftige Reichthum an Nahrungssalzen in dem Boden der Trümmergesteine ab, so wie von dem ehemaligen Bindemittel die physikalische Beschaffenheit der Krumenmasse bedingt wird (vgl. I. Thl. §. 147. S. 161).

§. 241.

a. Boden der Conglomerate: Ein mit Geröllen und Grus verschiedener Größe bald mehr, bald weniger reichlich

untermengter Boden, dessen Krumenmasse je nach der Beschaffenheit des Bindemittels ihres Bildungsgesteins bald thonig, bald eisenthonig, bald lehmig, seltener mergelig oder kalkig erscheint. Seine Fruchtbarkeit ist nach dem Obigen im Allgemeinen abhängig von der schnelleren oder leichteren Zersetzbarkeit und der Größe und Menge seiner steinigen Beimengungen. Häufig erscheint sein Sohlengestein stark zerklüftet und dann ist er zur Austrocknung geneigt. Es gehören hierher:

1) Boden des Grauwackeconglomerats: Ockergelb bis dunkelbraungelb und da, wo das Bindemittel des Muttergesteins sehr mörtelig ist, eine gewöhnlich flachkrumige, leicht ausdörrende, vorherrschend mit schwer verwitternden Geröllen und Grus von kieseligem Thonschiefer und Quarzarten untermengte, magere sandig thonige Krume bildend; da aber, wo das Bindemittel reicher und reiner von Sand- und Grusbeimengungen ist, ziemlich tiefgründig, mäßig verdunstend und lehmähnlich. In beiden Fällen aber gewöhnlich nicht reich an Alkalien und darum vielen Dünger brauchend, wenn er für landwirthschaftliche Gewächse gehörig zugänglich werden soll. Unter den Baumarten scheint er im ersten Fall den Fichten, im zweiten den Eichen und Eschen am meisten zuzusagen.

2) Boden der Conglomerate des rothen Todtliegenden. Dieser vorherrschend aus rothem Eisenthon gebildete, bald mehr sandige, bald mehr geröll- und grusreiche Boden zeigt je nach der Verschiedenheit seines Bindemittels und seiner beigemengten Trümmer hauptsächlich zwei in ihrer Fruchtbarkeit wesentlich von einander verschiedene Krumenarten:

a. Die eine Art entspringt aus den Conglomeraten mit grobsandig-thonigem, mörteligem Bindemittel. Diese Krume ist sehr seicht und dürr, zeigt beim Abschlämmen 50—80 Proz. gröberen und feineren Sandes von Quarz, Granit, Porphyr und Feldstein und be-

sitzt im gewöhnlichen Zustande kaum Spuren von Kali. Gewaltiges Wuchern von Heide und dichte Rasenfilze von während des Sommers wie verbrannt aussehenden Borstengräsern (**Aira flexuosa, Festuca duriuscula und ovina**) offenbaren, daß er sich nur zum Träger der Sandflora und da, wo er tiefgründig genug ist, der Kiefer eignet. Dies Alles gilt hauptsächlich dann von ihm, wenn er aus dem Quarzconglomerat (I. Th. §. 149 S. 164) entsprungen ist und demgemäß vorherrschend Quarzgerölle enthält. Etwas krumenreicher und fruchtbarer zeigt er sich, wenn er entweder eine feuchte oder eine niedere Lage hat, in welcher ihm von dem gewöhnlich über seinem Bildungsgesteine lagernden Eisenthon mit jedem Regenguſſe thonige Theile zugeführt werden können, oder wenn er außer seinen quarzigen Beimengungen noch Geschiebe und Grus von Granit und Porphyr besitzt. In diesem Falle tritt er dem sandigen Lehme nahe und producirt selbst recht schöne Eichen oder bei tüchtiger Düngung gute Kartoffeln.

b. Die andere Art dieses Bodens entspringt aus den Conglomeraten mit fast sandfreiem, eisenthonigem Bindemittel. Sie ist viel tiefkrumiger, bindiger und nicht so zur Ausdürrung geneigt, als jene erste Art, ja sie kann sogar in nassen Lagen schmierig und sumpfig werden. Die ihr beigemengten Steintrümmer haben meist die Form eines groben Sandes und rühren hauptsächlich von Granit, Porphyr, Gneiß und Glimmerschiefer her. An nicht zu sonnigen Lagen und bei nicht zu großer Menge (nicht über 40 Proz.) befördern dieselben die Fruchtbarkeit dieses Bodens gar sehr; denn einerseits vermindern sie das Schmierige seiner Krume und andererseits versorgen sie ihn bei ihrer allmähligen Zersetzung nachhaltig nicht nur mit Kali, sondern auch mit Kalkerde und Talkerde. Wenigstens zeigt dieser Boden bei Eisenach stets Spuren von Kali und 0,68

bis 2 Proz. Kalkerde. Daher kommt es auch, daß diese Bodenart des Rothtodtliegenden viele genügsame Kalkpflanzen producirt, bei einer beschatteten oder feuchten (aber nicht nassen) Lage eine Fruchtbarkeit zeigt, welche der des kalkigen Thonbodens fast nahe kommt, und nicht nur schöne Ahorne und Buchen, sondern auch bei einiger guten Düngung recht schönen Weizen trägt.

Zusatz: Die Breccien des Porphyrs und Granits widerstehen der Verwitterung sehr hartnäckig und geben nur nach und nach einen ziemlich flachkrumigen Boden, welcher in seinem Verhalten dem Erdreiche des Granits und Porphyrs zwar nahe kommt, aber stets magerer an Nahrstoffen ist.

3) Boden der Nagelfluh (I. Thl. §. 153). Das Bindemittel der Nagelfluh ist bald ein fester Kalkmörtel und dann äußerst hartnäckig gegen jede Art von Zertrümmerung, bald mergelig und dann für die Verwitterung zugänglicher. Der Boden, welcher dann zum Vorschein kommt, ist in der Regel ein mit abgerundeten Geröllen reichlich untermengtes, sehr lockeres, leicht austrocknendes, an Nahrstoffen in der Regel armes Erdreich.

§. 242.

b. Boden der Sandsteine (vergl. **I. Thl. §. 161—166**).

Stets mit — wenigstens 40 Proz. — Sandkörnern untermengte und je nach der Beschaffenheit des ehemaligen Bindemittels bald thonige oder lehmige, bald mergelige oder kalkige, bald auch vorherrschend sandige Krume, deren Lockerheit, Erhitzung und Verdunstungsvermögen vorzüglich von der Größe und Menge ihres Sandgehaltes abhängt, und welche im Allgemeinen eine schattige und kühle Lage oder einen thonigen Untergrund braucht, um nicht bloß die Trägerin von Luftpflanzen, sondern auch von genügsameren Kali- und Kalkgewächsen zu sein. Häufig viel Körner von Kalk oder Feldspath enthaltend und dann reichlich Kali und auch Kalkerde entwickelnd. Oft auch stark mit silbergrauen Glimmerblättchen untermengt, was ihn mager macht und zumal da der Fall ist, wo die

Schichten der Sandsteine dünn sind, senkrecht stehen und mit Lagen von sogenanntem glimmerreichen Sandschiefer wechseln (I. Thl. §. 209 S. 229). — Auf luftigen oder zerklüfteten Anhöhen oft sehr flachkrumig, mit felsigem Untergrunde und dann dürr, an den unteren sanfteren Gehängen aber oder auf den wellig gewölbten Hochebenen, oder in den flachen, breitsohligen Thälern der Sandsteingebirge häufig tiefkrumig, mit thoniger, lehmiger oder mergeliger Unterlage oder — bei senkrechter Schichtenstellung — im Wechsel mit diesen Erdmassen und dann recht fruchtbar und zur Zucht selbst der ungenügsameren Baumarten tauglich.

1) Boden des kieseligen Sandsteins (vergl. I. §. 162). Wegen seines geringen und kieseligen Bindemittels nur eine sehr dürftige Sandkrume, welche dem §. 223 1. angegebenen Boden gleichkommt und nur da einige Fruchtbarkeit zeigt, wo das Muttergestein im Wechsel mit thonigen oder mergeligen Lagen steht. Hauptsächlich gehören hierher der Boden des Vogesensandsteins und bisweilen auch des Quadersandsteins.

2) Boden des thonigen Sandsteins. Je nach der Menge oder Beschaffenheit des Bindemittels bald lehmig oder sandig-thonig, bald lehmig-sandig oder thonsandig, oft auch eisenthon-sandig (§. 163, I. Thl.). Er zeigt sich namentlich dann fruchtbar, wenn er sandig-thonig oder lehmig erscheint und sein Lagergebiet sich innerhalb thoniger Mergel und sanft abgerundeter Bergebenen befindet. Ist aber seine Krume eisenthonig und grobsandig, so dorrt er gewöhnlich sehr bald aus. Verbessert wird er alsdann noch, wenn er, wie es z. B. beim Rothtodtliegenden oft der Fall ist, eine fette thonige Unterlage und unter seinem Sandgehalte viel Feldspath- und Granitkörner hat.

Arten:

Einen eisenthonigen Sandboden, welcher sich dem magern eisenschüssigen Lehm nähert, producirt

1) der meiste rothe Sandstein im Gebiete des rothen Todtliegenden. Er ist ein sehr magerer Boden, der

nur da etwas besser und tiefgründiger erscheint, wo er auf dem rothen Thone des Todtliegenden lagert.

(A) 2) mancher Sandstein aus der Formation des bunten Sandsteins (vergl. I. Thl. S. 179).

Einen recht guten und meist an Alkalien reichen sandigen Lehmboden giebt

1) der bindemittelreiche, feinkörnige Thonsandstein, welcher häufig über dem rothen Schieferthon und unter den oberen rothen Mergeln der bunten Sandsteinformation lagert. Er ist häufig mergelig;

2) der gelblich-graue feinkörnige Sandstein über den bunten Mergeln des Keupers. Er sowohl als der vorige ist ein vortrefflicher Erziehungsort namentlich für Eichen und Kartoffeln.

Einen grobkörnigen, oft ganz sandigen Boden endlich erzeugt der Vogesensandstein in der Formation des bunten Sandsteins.

3) Boden des mergeligen Sandsteins (vergl. I. Thl. §. 164). Bei reichem Bindemittel des Muttergesteins sandig-mergelig, bei armem Bindemittel dagegen mergelig-sandig erscheinend; weißlich bis grau. Ist seine Krume sandiger Thonmergel, dann zeigt er sich an schattigen Orten oder in feuchten Lagen recht fruchtbar und ähnlich dem §. 226 unter α. b. erwähnten Lehmmergel. Besonders gilt dies dann, wenn seine Sohle aus Thon besteht. — Ist dagegen seine Krume mehr kalkmergelig, dann erscheint er sehr zur Austrocknung geneigt und mager und bedarf starker Zusätze von Thon, wenn er einigermaßen tragbar werden soll.

Arten:

1) Einen gewöhnlich mit Kieselschieferkörnchen untermengten, meist etwas bituminösen und darum an der Sonne verbleichenden mergeligen Sandboden giebt mancher Sandstein des Grauliegenden, welcher unmittelbar unter dem Kupferschiefer lagert. An feuch-

ten beschatteten Orten und bei reichlichem Bindemittel recht fruchtbar und selbst zur Buchenzucht geeignet.

2) Einen feinkörnigen, an Krume reichen, sandigen Thonmergelboden liefert

a. mancher Sandstein aus der mittleren Abtheilung der Formation des bunten Sandsteins. Gelblich bis weißlich; oft viel Feldspathkörner und Glimmerblättchen enthaltend und bei nicht zu geneigter Sohle tiefgründig. Erzieht prächtige Buchen, Ulmen, Eschen und Ahorne.

b. mancher Keupersandstein; graugelblich; sehr arm an Alkalien.

c. der untere Liassandstein: gelb bis weiß, des Schattens sehr bedürfend und meist sehr arm an Alkalien, aber oft reich an Eisenoxydhydrat. Eschen gedeihen gut auf ihm, aber nicht Buchen.

d. manche Molasse.

4) Boden des kalkigen Sandsteins (I. Thl. §. 165). Armer, nur in sehr feuchten Lagen und bei thoniger Unterlage etwas tragbarer Boden.

Zusatz. Der Boden der Tuffe — Basalt-, Phonolith- und Trachyttuff — gleicht im Allgemeinen dem Boden der Felsarten, aus deren Zertrümmerung sie entstanden sind und in deren Nähe sie vorkommen. Da sie gewöhnlich sehr leicht verwittern, so ist der aus ihnen entstandene Boden meist sehr tiefkrumig. Der fruchtbarste unter seinen Arten ist der Boden des Basalttuffs, denn er kommt dem besten Mergel nahe. Nicht so ist es mit dem Phonolithtuffboden. Dieser erscheint bei einer muldenförmigen oder sehr beschatteten Lage wegen seines fetten Thones sehr zu Sumpfungen geneigt.

B. Schlämmboden oder Tieflandboden.

(Diluvial- und Alluvialboden.)

§. 243.

Hierher gehören alle Bodenarten, welche nicht mehr an ihrem Entstehungsorte lagern, sei es nun, daß sie durch fortrutschende Eis- und Schneemassen (z. B. durch Gletscher) oder durch Wasserfluthen oder durch ihr eignes, sie nach unten drückendes Gewicht von demselben entfernt worden sind. Ihre gewöhnlichen Lagerorte sind daher Gebirgskessel, Thäler, Niederungen und Ebenen. Sie sind in der Regel viel tiefgründiger, als die Verwitterungsbodenarten und bestehen gewöhnlich aus mehreren Schichten, von denen die oberste am krumenreichsten, die unterste aber am sand- oder geröllreichsten ist. Oft kommt es aber auch vor, daß sandreiche und krumige Schichten mit einander wechseln und bisweilen findet man auch gerade die untersten Schichten am krumenreichsten und die obersten fast nur aus Kies, Grus und Geröllen bestehend. Dies sieht man namentlich in Gebirgsthälern, welche periodisch durch Wolkenbrüche oder starke Gewitterregen dick mit den Geröllen von den Gebirgsabhängen ihrer nächsten Umgebung bedeckt werden, oder an solchen Orten, welche von stark angeschwollenen und mit Felsschutt beladenen Gebirgsbächen überfluthet werden. Das Erdreich, aus dem diese Bodenarten bestehen, ist je nach seiner stärkeren oder schwächeren Entfernung von seiner Bildungsstätte und je nach der Mannichfaltigkeit oder Einförmigkeit der Orte, welche das Material dazu lieferten, dem Boden seiner Bildungsgesteine bald noch ähnlich geblieben, bald auch so unähnlich geworden, daß man höchstens nur noch aus den in ihm zerstreut umherliegenden Geröllen errathen kann, aus welchen Gebirgsgegenden es abstammt und welche Felsarten das Material dazu lieferten. So lange die Ursachen, welche es ins Dasein riefen, noch fortdauern oder periodisch wiederkehren, ist es immer noch manchen Veränderungen unterworfen; sobald aber diese Ursachen schwächer werden oder ganz zurücktreten, verschwinden auch allmählig die Veränderungen, durch welche die ganze Bodenmasse umgestaltet wird, und es kommen nur noch mehr örtliche Umwandlungen in derselben vor. — Je nach seinen Lagerorten kann man nun den Schlämmboden eintheilen in Thal- und Großebenenboden.

§. 244.

I. Thalboden. Er lagert in den Thälern, welche die Gebirge nach der Länge oder Quere durchschneiden, oder auch in Gebirgsmulden oder in den Ebenen da, wo sie den Fuß der Gebirge berühren. Seine Güte und Beschaffenheit hängt ab 1) von der Natur der Felsarten, aus denen die Gebirge seiner Umgebung bestehen; 2) von der steilen oder allmähligen Erhebung der ihn umgebenden Gebirgsmassen; 3) von der dürftigen oder starken Bewachsung dieser Gebirge; 4) von der Form und dem Falle der Gewässer, welche sein Gebiet durchfluthen; 5) von der Form und Beschaffenheit seiner Lagersohle; 6) von der Richtung und Form der Thäler (Längen- und Querthäler, Kesselthäler, gewundene Thäler). [Vergl. hierzu die §§. 165 — 167.]

a. Gebirgsbusenboden (Kesselthalboden z. Th.). Wenn der wegschmelzende Schnee oder das Regenwasser an Gebirgsabhängen herabfließt, so nimmt es stets sowohl mineralische, als humöse Theile von dem an diesen Gehängen lagernden Verwitterungsboden mit sich fort und setzt sie da, wo die Abhänge allmählig in die Thalsohle übergehen, wieder ab. Mit der Zeit entsteht hierdurch ein mächtiges Lager von Erdreich, welches sich genau an die Formen der den Busen umgebenden Abhänge anpaßt, unmittelbar an den Gebirgswänden noch steinig, in der Mitte der Busensohle aber am feinkrumigsten und tiefgründigsten ist und in der Regel aus vielfach wechselnden Lagen von grus-, sand- und krumenreichen Bodenschichten besteht, von denen allemal die krumenreiche und zu oberst liegende Schicht viel humöse Stoffe enthält und stets als das letzte Produkt der allmählig abnehmenden Gewalt des gerade im Augenblicke schlämmenden Wassers erscheint. Seinen Bestandtheilen nach ist es ganz abhängig von seiner Umgebung. Besteht diese nun aus verschiedenen Gebirgsarten, so erscheint es als eine Vermischung von den sämmtlichen Arten der Verwitterungskrume der den Busen einschließenden Gebirgsmassen. In den Busen der feldspathigen Felsarten ist es daher vorherrschend thonig, der Glimmer, Hornblende und Augit reichen Gesteine aber vorherrschend lehmig oder eisenthonig; in den Busen der Sandsteingebirge fast stets lehmig

oder sandig-thonig und, wenn Sandsteine, Kalksteine und Mergel in Uebereinanderlagerung die Gehänge eines Bodens bilden, ein bald mehr sandiger Lehmmergel, bald mehr sandig-thoniger Kalkmergel, bald wieder mergeliger oder kalkiger Lehm oder Thon ꝛc., kurz immer gemischt; jedoch herrscht die Verwitterungskrume der Gebirgsart, welche am meisten an der Bildung des Busens betheiligt ist, gewöhnlich vor. Da die Gebirgsbusen gewöhnlich mehr oder weniger feucht sind, so ist dieser Boden dann am fruchtbarsten, wenn er nicht zu thonreich oder zu stark mit Pflanzenabfällen vermischt ist. Ist dieses Letztere aber der Fall, dann erscheint er — zumal bei einer muldenförmigen, undurchlässigen Bodensohle — häufig sumpfig, morastig oder geradezu torfig. Der beste Boden dieser Art findet sich in denjenigen Busen, welche sich nach ihrem Ausgange hin allmählig senken. Ist aber ihre Senkung nach vorn zu stark, dann können sie bei starken Wassergüssen — z. B. durch Platzregen, Wolkenbrüche ꝛc. — auch leicht ihres besten Bodens beraubt werden.

b. Uferboden (Aueboden, Rinnsaalboden). Jeder Bach, Fluß und Strom wird sich zu seinem Bette immer die tiefste und sich am meisten neigende Stelle des von ihm durchflossenen Thales wählen. Diese Stelle sowohl, als auch das längs ihren beiden Seiten gelegene Land, welches das Gewässer gewöhnlich bei seinen Ueberfluthungen überschwemmt und dann mit seinen schlammigen, erdigen und sandigen Beimengungen bedeckt, nennt man den Rinnsaal des Baches und Flusses. Das in diesem Rinnsaal abgesetzte Erdreich, welches man Rinnsaalboden nennen kann, ist ganz abhängig von den Massen, welche der Fluß oder Bach sammt seinen Zuflüssen mit sich führt und in seinem Rinnsale absetzt (vergl. §. 167), und deshalb nicht nur meist ganz verschieden von den übrigen Bodenarten des Thales, sondern auch selbst abändernd an verschiedenen Punkten des Rinnsaales und in den verschiedenen Jahren, ja sogar je nach den Jahreszeiten, in welchen Ueberfluthungen stattfinden. Denn da, wo das überfluthende Gewässer mit voller Kraft aus seinem Gebirgskessel hervorrauscht, also an dem Oberrinn-

saale, zeigt dieser Boden sich gewöhnlich sehr arm an Krume, aber desto reicher an Blöcken und mehr oder weniger grobem, meist scharfkantigem, noch wenig oder nicht abgerundetem Gerölle; weiter unten, wo das Gewässer im verminderten Falle schon seine Stoßkraft mehr verloren hat und langsamer fließt, also im Mittelrinnsaale, ist der Boden weit krumenreicher und nur noch mit Kies oder Sand untermengt; besitzt er noch Gerölle, so sind diese schon ziemlich abgerundet; da endlich, wo das Gewässer in die Ebene hinaustritt und nur noch ganz langsam fließt, also im Unterrinnsaale besteht der Boden zum größten Theile aus thoniger oder lehmiger oder mergeliger, oft stark mit verwesenden Pflanzenstoffen untermengter Krume, höchstens mit feinem Sande untermengt, im Allgemeinen nur hie und da noch Gerölle, aber ganz abgeschliffene, abgerundete, zeigend, und bisweilen sumpfig und morastig. Auf die eben beschriebene Weise zeigt sich der Rinnsaalboden parallel nach der Länge seines ihn nährenden Gewässers. Betrachtet man nun denselben im Querdurchschnitte, so wird man im Allgemeinen das Umgekehrte in seinem Massenbestande finden; da wird er sich am feinkrumigsten und nur mit wenig oder keinen abgerundeten Geröllen untermischt an denjenigen Stellen zeigen, welche seitlich am entlegensten und höchsten von den Ufern des Flusses sich ausbreiten, und am armkrumigsten, geröllreichsten zunächst der Flußufer. Im Frühjahre, wenn durch den schmelzenden Schnee der Gebirge und starke Regengüsse die Flüsse übermäßig anschwellen, erhält der Rinnsaalboden das meiste Gerölle und unzersetzte Laubwerk; im Sommer dagegen bekommt er durch etwa eintretende Ueberfluthungen mehr erdige und humöse Stoffe zugeführt, aber nie in so reichlicher Menge, als im Frühjahre, da die an den Bergen stehendrn Gewächse dann das Fortfluthen der erdigen Massen theilweise verhindern.

§. 245.

II. Großebenenboden. Er ist ein Produkt des Meeres und der großen Ströme, füllt die großen Ebenen aus, welche vom Strande des Meeres an sich bis zum Fuße der mehr im Innern des Festlan-

des gelegenen Gebirge erstrecken, und bezeichnet das Gebiet, welches am längsten vom Meere bedeckt gehalten wurde, auch jetzt noch theilweise von Zeit zu Zeit den Ueberfluthungen des Meeres ausgesetzt ist, und den Unterrinnsaal aller großen Ströme bildet, daher in mancher Beziehung an den Rinnsaalboden sich anschließend. Seine Bodenmassen sind gewöhnlich sehr einförmig, vorherrschend sandig, thonig, lehmig, torfig oder auch hier und da kalkig, und lassen nur noch durch die etwa ihrer Masse beigemengten groben Gerölle und Felsblöcke (erratische Blöcke) errathen, wo die Heimath ihrer Bildungsfelsarten ist. Gewöhnlich befinden sich die eben genannten Krumenmassen in mannichfacher Wechsellagerung unter einander. Seine Mächtigkeit ist meist sehr beträchtlich — oft über 200 Fuß — und sein Untergrund gewöhnlich Lehm, Thon, Sand, Gerölle, Steingehäufe, auch wohl Raseneisenstein, selten nur Felsmassen, die aber nicht als die Bildungsstätte des über ihnen lagernden Bodens gelten können. Die Oberflächenform dieses Bodengebietes ist im Allgemeinen wellenförmig und mit einzelnen, höchstens eine Höhe von 600 Fuß erreichenden Hügeln und langgezogenen, oft abgeflachten Höhenrücken bedeckt. Man unterscheidet:

a. Alten Meeresboden (Diluvium). Vorherrschend Lehm, welcher meist kalkhaltig ist, sich häufig dem Thone nähert und untergeordnete Kalk- oder Mergellager enthält; außerdem Sand, Kies, Geschiebe, Gerölle und Felsblöcke oft von gewaltiger Größe und vorzüglich den Granit-, Gneiß- und Porphyrgebilden angehörend. Im Ganzen genommen ein fruchtbarer Boden, wo er nicht von dem Sande oder den Torfbildungen des Alluviums überdeckt ist. Seine Oberfläche meist mit mehr vereinzelten Hügeln besetzt.

b. Jungen Meeres- und Stromboden (Alluvium). An oder auf dem Diluvium lagernd, besonders am Strande des Meeres, an den Mündungen großer Ströme oder auch im unteren Rinnsaale derselben besonders da, wo die Ufer flach sind oder wo der Rinnsaal sehr niedrig und etwas muldenförmig ist. Im Allgemeinen steten Veränderungen unterworfen. — In ihm herrscht im Allgemeinen der Sand, der jüngste Süßwas-

ferkalk, wie ihn die Flüsse an ihren Ufern absetzen, der Rasen-eisenstein, welcher zumal bei thonigem Untergrunde oft feste, für die Pflanzenwurzeln undurchdringliche Lagen im Boden bildet, der Torf und die Dammerde (Marschen) vor. Die mächtigen Gerölle des Diluviums sind ihm fremd. Auf seiner Oberfläche zeigen sich zwar auch noch Hügel und Höhenrücken, aber sie sind kleiner und abgerundeter, als die des Diluviums; am Meeresstrande zeigt er die beweglichen Hügelreihen der Dünen. Zu ihm gehören:

1) Der eisenschüssige Sandboden oder die Haiden der norddeutschen Ebene; der eigentliche Sitz des Raseneisensteins (Ortsteins) und die wahre Heimath der Haide und Kiefer.

2) Der Dünenboden, aus Flugsand bestehend, aber mit den vom Meere ausgeworfenen und verwesenden organischen Resten untermischt; daher nicht so unfruchtbar als der Flugsand des Binnenlandes. Sitz des **Elymus arenarius** und der **Arundo arenaria.**

3) Der Marschboden, ein stets gemischter Boden, meist sehr fruchtbar. — Vergl. §. 228.

4) Der Sumpfboden, ein Produkt des Meeres und der Flüsse, überall da, wo vegetabilische Massen in stehendem Wasser vermodern. Gewöhnlich Säuren und unvollkommenen Humus enthaltend. Nach Pfeil sind bei ihm zu unterscheiden:

a. Lehmsumpfboden (Lehmbruch) am häufigsten in den Niederungen längs den Ufern der thonig-lehmigen Schlamm führenden Flüsse. Oft kalkhaltig und dann reich an mildem Humus. Sehr fruchtbar und eigentlich dem Marschboden angehörig. Am besten wachsen auf ihm Schwarz- und Weißerlen, Eschen und Ulmen, wenn er nicht zu naß ist.

b. Reiner Moorboden: in den undurchlässigen Einsenkungen an den Ufern der an erdigem Schlamm armen Flüsse im Gebiete des Sandbodens. Er wird aus dem schwarzbraunen, staubartigen, lockeren, im Wasser unlöslichen Rückstande (Moorerde) der in solchen sumpfigen

Einsenkungen wachsenden und verkohlenden Pflanzen (Riedgräser, Rohr und Schilf ꝛc.) gebildet. Durch Trockenlegung häufig noch unfruchtbarer werdend, als er von Natur ist.

c. Moorboden mit Raseneisenstein: äußerst unfruchtbar.

d. Eigentlicher Torfboden: Heimath der Moos-, Moor- und Torfflora. Durch Entwässerung besser werdend.

e. Seebrücher oder Seesumpfboden.

f. Fenne, halbfaulige, mit ihren Wurzeln sich dicht in einander verfilzende Pflanzenmassen, welche auf stehenden Wassern umherschwimmen und sich allmählig in ihrer Masse immer mehr verdicken, so daß sie am Ende das unter ihnen befindliche Wasser ganz verdrängen und eine compakte torfige Masse bilden.

Bemerkung. Ueber den Meeresboden vergl. Pfeil's kritische Blätter, 17. Bd. 2tes Heft S. 133 u. ff.; 18. Bd. 2tes Heft S. 144—184; ein Paar sehr gehaltvolle Abhandlungen, aus denen auch die obigen Mittheilungen zum Theil entlehnt sind.

Anhang.

Anleitung
zur
mechanischen und chemischen Zerlegung des Bodens.

Durch eine Bodenzerlegung will man erfahren:

1) im Allgemeinen: ob ein Boden überhaupt fähig ist, Pflanzen zu ernähren und zu erziehen.
2) im Besonderen:
   a. die Zeit und Dauer seiner Ernährungsfähigkeit.
      α. ob er im Augenblicke viele, im reinen Wasser leicht lösliche Stoffe besitzt,
      β. ob er neben diesen auch noch schwer oder gar nicht lösliche Nahrungsstoffe hat, welche in der Folgezeit durch irgend ein Mittel noch löslich gemacht werden können.
   b. die Art der von ihm producirten Nahrungsstoffe:
      α. ob er viel freie Säuren oder leicht lösliche Eisensalze hat,
      β. ob seine Nahrungsstoffe geeignet sind, die oder jene auf ihm zu erziehende Pflanzenart tüchtig und nachhaltig zu ernähren.

Wenn nun auch nicht abzuleugnen ist, daß es sehr gewagt erscheint, aus einer Hand voll Erde namentlich von einem seit langer Zeit schon in Kultur stehenden Boden — auch wenn sie ein tüchtiges, von den verschiedensten Punkten eines Ackers entnommenes Gemisch von Proben ist — ganz zuverlässig bestimmen zu wollen, wie viel Zehntel, Hundertstel, Tausendstel von Kali, Natron, Phosphorsäure ꝛc. der ganze Acker enthält, so unterliegt es doch auch keinem

Zweifel, daß allerdings die chemische Zerlegung der einzig sichere Weg ist, auf welchem man die Zusammensetzung eines Bodens kennen lernen und im Allgemeinen erfahren kann, ob ein Boden fruchtbar und für die oder jene Pflanzenart vorherrschend tauglich ist oder nicht; mit welchen Düngstoffen man ihn versorgen und wie man ihn überhaupt behandeln muß, wenn er für die Länge der Zeit seine Tragkraft bewahren soll.

Trotz dieser Wichtigkeit der Bodenzerlegnng wird dieselbe indessen von dem Praktiker und dem Jünger der Bodenkunde doch nur selten vorgenommen. Der Grund davon liegt in dem Mangel an Zeit und an Kenntnissen sowohl der chemischen Stoffe und Verbindungsgesetze, als der nöthigen Operationen. Eine ganz vollständig durchgeführte Zerlegung der Art bietet auch in der That dem Nichtchemiker so viel Schwierigkeiten dar, daß selbst die vortrefflichste Anleitung dazu, wie z. B. Professor Otto in Sprengel's Bodenkunde eine gegeben hat, nicht im Stande ist, diese zu heben. Aus diesem Grunde hat der Verfasser nicht eine solche streng wissenschaftlich vollendete, sondern eine einfachere, übersichtlichere, weniger Zeit und Apparat bedürfende und, wie er wenigstens glaubt, auch von dem Nichtchemiker leichter durchzuführende chemische Bodenzerlegung mitgetheilt.

I. Instrumente und Geräthschaften, welche für nachfolgende Anleitung nöthig sind.

1) Ein feinmaschiges Sieb (am besten von Draht).
2) Einige Schnapsgläschen (Probirgläser), Bouteillen (zum Theil von wasserhellem Glase), einige Cylindergläser (z. B. große Biergläser oder sogenannte Paßgläser), Trichter (wo möglich einen größeren und einen kleineren von Glas), Retorte, Glaskolben und Kochfläschchen.
3) Ein Paar Kochnäpfe (am besten von glasirtem Steingute).
4) Eine genaue Wage mit guten Gewichten (Grammen oder Granen, Quentchen und Lothen).
5) Mehrere Bogen weißes Fließpapier (ungeleimtes Druckpapier), um die nöthigen Filter daraus zu verfertigen.

Zu diesem Zwecke schneidet man sich eine runde Scheibe aus dem Papier (etwa aus dem guten Viertel eines Bogens), legt diese Scheibe so zusammen, daß ein halber Kreis entsteht und diesen knickt man dann noch einmal zu einem Viertel-Kreise zusammen. Der Filter ist nun fertig und wird beim Filtriren so in einen Trichter gelegt, daß die eine Hälfte des Filters von einer einzigen Lage des Papiers, die andere Hälfte aber von einer dreifachen Lage desselben gebildet wird. Beim Gebrauche feuchtet man ihn erst leicht an, und will man eine abzufiltrirende Masse in denselben gießen, so hält man vor den Rand des Gefäßes, in welchem sich die abzugießende Masse befindet, ein Stäbchen so, daß die Flüssigkeit an demselben herab in den Filter fließt.

6) Einige Bouteillen mit abgekochtem oder Regenwasser (weil Brunnenwasser nicht rein ist).
7) Ein Gläschen Aetzkalilauge.
8) Ein Gläschen Aetzammoniak.
9) Ein Gläschen phosphorsaures Natron.
10) Ein Gläschen kohlensaures Natron.
11) Ein Gläschen schwefelsaure Talkerde.
12) Ein Gläschen mit zerfallenem Aetzkalk.
13) Ein Gläschen kohlensaures Kali.
14) Ein Gläschen oxalsaures Ammoniak.
15) Ein Gläschen salzsaure Barytauflösung.
16) Ein Gläschen salpetersaure Silberoxydauflösung.
17) Ein Gläschen salzsaures Platin.
18) Ein Gläschen Salzsäure.
19) Ein Gläschen Salpetersäure.
20) Ein Gläschen Schwefelsäure.
21) Ein Glas Alkohol.
22) Schmale Streifen Lakmus- und Curcumäpapier.
23) Eine Spirituslampe.

II. Untersuchung des Bodens.

a. Vorarbeiten.

1) Auswahl und Austrocknung der Erde.

Man nehme von verschiedenen Stellen irgend eines Bodens — etwa 2—6 Zoll unter seiner Oberfläche — kleine Quantitäten Erde, menge sie wohl durch einander und lasse das Gemenge bei einer Temperatur von 25—30° R. gehörig austrocknen.

Hat man vor dem Trocknen die Erde abgewogen und wägt sie dann, nach dem Trocknen, wieder ab, so ergiebt sich aus dem jetzt statt findenden Gewichtsverlust der Wassergehalt der Erde.

2) Sonderung der Erde von Pflanzenfasern und steinigen Beimengungen.

Um aus dem getrockneten Erdgemenge die etwa vorhandenen Pflanzenfasern und Gerölle zu entfernen, reibt man eine Quantität derselben — etwa 40—50 Loth — durch ein sehr feinmaschiges Sieb.

Wenn man die zuletzt im Siebe zurückbleibenden Fasern und Gerölle durch Waschen von aller ihnen anhängenden Erde reinigt, trocknet und abwägt, so erhält man die Menge der in diesem Boden vorkommenden Pflanzentheile und Gerölle. In vielen Fällen ist dies von Wichtigkeit.

b. Mechanische Trennung des Sandes von den abschlämmbaren Erdtheilen.

1) Auffindung der Menge der abschlämmbaren Erdtheile.

Die durchgesiebte Erde füllt man in eine wasserhelle Bouteille oder ein großes cylindrisches Bierglas (Maßglas), übergießt sie mit abgekochtem oder reinem Regenwasser, rührt das Ganze tüchtig um, und läßt nun das Gemisch so lange ruhig stehen, bis sich der Sand zu Boden gesetzt hat. Die darüber stehende trübe Flüssigkeit, welche abschlämmbare Erdtheile enthält, gießt man behutsam in ein anderes größeres Glas. Dem im ersten Glase zu Boden sitzenden Sand aber, welcher gewöhnlich auch noch abschlämmbare Theile enthält, gießt man noch öfters und zwar so lange Wasser zu, bis selbst beim stärksten Umrütteln dasselbe sich nicht mehr trübt. Jede über dem Sande

stehende Flüssigkeit schüttet man zu dem ersten Abguß der abschlämmbaren Theile.

a. Durch dieses Schlämmen erhält man in dem ersten Glase den Sand, im anderen aber die sämmtlichen abschlämmbaren Theile, welche in der Erde vorhanden sind und gewöhnlich aus Thon mit sehr feinzertheiltem Sand, Kalktheilen und Humus bestehen. Läßt man das Glas mit denselben einige Stunden ruhig stehen, so setzen auch sie sich allmählig zu Boden. — Zwischen ihnen können indeß noch sehr feine, eng mit dem Thone verbundene Sandtheile vorkommen. Um auch diese zu erhalten, muß man die abgeschlämmten Thontheile $^1/_2$ Stunde lang unter starkem Umrühren mit Wasser kochen und dann auf ähnliche Weise abschlämmen, wie oben geschah.

b. Um nun die Prozente des Sandes und der abschlämmbaren Theile zu erhalten, trocknet man den Sand in dem ersten Glase gehörig aus und wägt ihn. Gesetzt, es enthielten nun die 40 Loth untersuchter Erde 25 Loth Sand, so ist

$$100 : 40 = x : 25.$$

$$x = 62^1/_2 \text{ Proz. Sand.}$$

Zieht man die Sandprozente von 100 ab, so erhält man die Prozente der abschlämmbaren Theile (in diesem Falle $37^1/_2$ Proz).

2) Untersuchung des Sandes.

Da von der Beschaffenheit des Sandes die gegenwärtige und zukünftige Fruchtbarkeit des Bodens (vgl. §. 32 und §. 71) abhängt, so ist es von Wichtigkeit, denselben näher zu untersuchen. Zu diesem Zwecke übergieße man die vorher abgewogene Menge des Sandes (nach dem Obigen 25 Loth) mit verdünnter Salzsäure. Durch diese wird der etwa vorhandene Kalksand aufgelöst. Bringt man nun das Ganze auf ein Filter, läßt die Kalkauflösung ablaufen, süßt den Rückstand nochmals aus und wägt ihn dann, nach vorhergegangener Austrocknung, so ergiebt der Gewichtsverlust die Menge des Kalksandes. — Der Rückstand selbst besteht dann in der Regel aus Quarzkörnern, Feldspathstückchen, Glimmerblättchen, Hornblendetheilchen ꝛc. Um diesen Rückstand wenigstens oberflächlich kennen zu lernen, breite man ihn auf einem Blatte weißen Papiers aus und betrachte ihn

mit einer guten Loupe. Der etwa vorhandene Quarz erscheint dann graulich und glasglänzend, der Feldspath als röthliche oder braune Körnchen, der Glimmer als metallisch glänzende Blättchen und der Augit und die Hornblende als schwarze oder grünliche Splitterchen ꝛc. Auch kann man diesen Rückstand auf eine Glastafel schütten und diese damit reiben; je mehr sie geritzt wird, desto mehr Quarz ist im Sande.

c. Chemische Zerlegung des Bodens.

Aufgabe: 1) Man will finden, ob ein Boden enthält: Humus, Kalkerde, Talkerde, Oxyde vom Eisen, Ammoniak, Kali und Natron, Kieselerde, Phosphorsäure.

2) Es ist zu ermitteln:

α. ob der Boden in reinem, kalten Wasser lösliche Stoffe enthält. Die Art und die Menge dieser ist von der größten Wichtigkeit für die augenblickliche Ernährungsfähigkeit des Bodens.

β. ob der Boden in Säuren, namentlich in Salzsäure, lösliche Substanzen besitzt. Diese Art umfaßt diejenigen Stoffe, welche von Humus oder Kohlensäure haltigem Wasser oder sonstige Verwitterungsprozesse allmählig aufgelöst werden. Sie sind von Wichtigkeit für die Nachhaltigkeit der Ernährungskraft des Bodens.

γ. ob der Boden in Salzsäure oder überhaupt unlösliche Stoffe enthält. Diese Art hat den wenigsten Werth für Pflanzenernährung. Je größer daher ihre Menge, desto ärmer der Boden.

A. Untersuchung und Bestimmung der Humussäure.

Man rührt etwa $^1/_4$ Pfund des frischen, nicht ausgetrockneten Bodens mit etwa 1 Loth — vorher mit $^1/_4$ Wasser verdünnter — Aetzkalilauge gut an, setzt das Gemisch unter öfterem Umschütteln oder Umrühren 6—10 Stunden lang einer gelinden Wärme (von etwa 20—25° R.) aus und gießt es dann auf ein Filter. Nachdem man wiederholt die im Filter zurückbleibende Erdmasse (den sogenannten

Rückstand) mit abgekochtem Wasser übergossen (ausgewaschen oder ausgesüßt) hat, versetzt man die durchfiltrirte Flüssigkeit (welche etwa 12—16 Loth betragen darf) so lange mit verdünnter Salzsäure, bis sie ganz schwach sauer reagirt (d. h. ein hinein gehaltenes Streifchen Lackmuspapier schwach röthet). Hierdurch wird die Humussäure losgeschieden. Nun bringt man die Flüssigkeit mit der gefällten Humussäure auf ein ganz trockenes und vorher abgewogenes Filter, läßt die Flüssigkeit ablaufen, süßt dann die im Filter zurückbleibende Humussäure mit kaltem Wasser gut aus, trocknet sie bei einer Temperatur von 25° R. und wägt sie sammt dem Filter. Zieht man jetzt das Gewicht des Filters von dem Gesammtgewichte ab, so erhält man das Gewicht der Humussäure, und will man dies auf Prozente berechnen, so setzt man, wenn man z. B. aus dem 1/4 Pfund Boden 2 Quentchen Humussäure erhalten hätte,

$$100 : 32 = x : 2.$$

$$x = \frac{200}{32} = 6{,}25 \text{ Proz.}$$

B. Bestimmung der im Wasser löslichen Bodentheile.

Man trocknet eine Quantität Erde so lange allmählig (z. B. in einem Wasserbade), bis sie nichts mehr von ihrem Gewichte verliert. Von dieser getrockneten Erde nimmt man etwa 4 Loth, rührt sie in einer Reibschale (Mörser) mit etwa 8—10 Loth Wasser gut an, setzt dann das Gemisch einer gelinden Wärme (von 20—25° R.) mehrere Stunden lang aus und filtrirt es nun gehörig ab. In der durchfiltrirten Flüssigkeit können nun enthalten sein:

1) Kalkerde verbunden mit Schwefel- oder Kohlensäure,
2) Talkerde verbunden mit Salzsäure,
3) Ammoniak
4) Eisen
5) Kali
6) Natron

} indessen meist nur geringe Spuren.

Zur Aufsuchung dieser Stoffe theilt man die Flüssigkeit in zwei Hälften:

Die erste Hälfte dient zur Bestimmung des Chlors. Zu diesem Zwecke macht man sie mit reiner Salpetersäure schwach

sauer und versetzt sie dann mit salpetersaurer Silberauflösung. Der entstandene Niederschlag, welcher aus Chlorsilber besteht, wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, gut ausgewaschen, getrocknet, im Gewichte bestimmt und auf Chlor berechnet. (Wenn 100 Grammen Chlorsilber 27,4 Grammen Chlor enthalten, wie viel Chlor ist in x Grammen Chlorsilber vorhanden?)

Bemerkung. Wo Chlor vorhanden ist, kann man gewöhnlich auch Natron vermuthen, da dieses mit jenem meist zu Chlornatrium (Kochsalz, salzsaures Natron) verbunden erscheint.

Die zweite Hälfte der Flüssigkeit dient zur Bestimmung der Schwefelsäure, der Kalk- und Talkerde.

a. Bestimmung der Schwefelsäure.

Es wird deshalb die Flüssigkeit mit salzsaurer Barytauflösung versetzt und mehrere Stunden ruhig stehen gelassen. Der etwa entstandene Niederschlag ist schwefelsaurer Baryt; er wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, gut ausgewaschen, getrocknet, gewogen und auf Schwefelsäure berechnet. (100 Grammen des schwefelsauren Baryts enthalten 34,4 Grammen Schwefelsäure; wie viel von dieser Säure sind in x Grammen vorhanden?)

b. Bestimmung der Kalkerde.

Die bei a von dem schwefelsauren Baryt abfiltrirte Flüssigkeit wird mit oxalsaurem Ammoniak versetzt und wieder mehrere Stunden bei Seite gestellt. Der während dem entstandene Niederschlag ist oxalsaurer Kalk. Dieser wird auf die schon mehrere Male angegebene Weise gesammelt, gewogen und dann sammt dem Filter in einem verdeckten Tiegel ganz allmählig verbrannt. Hierdurch wird der oxalsaure Kalk in kohlensauren Kalk umgewandelt. Man wägt wieder und zieht dann das Gewicht des Filters ab, wodurch man die Menge des kohlensauren Kalkes enthält.

Aus diesem kann man nun die Menge der reinen Kalkerde leicht berechnen, wenn man weiß, daß 100 Grammen kohlensauren Kalkes 56,3 Grammen Kalkerde enthalten.

c. Bestimmung der Talkerde.

Die bei b von dem oxalsauren Kalke abfiltrirte Flüssigkeit wird mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak im Ueberschusse versetzt

und mit einem Glasstabe tüchtig umgerührt. Hierdurch scheidet sich der so charakterische krystallinische Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniaktalkerde ab. Diesen sammelt man auf einem gewogenen Filter, wäscht ihn mit Ammoniak haltigem Wasser tüchtig aus, trocknet und glüht ihn sammt dem Filter. Durch das Glühen wird das Ammoniak vertrieben und man erhält auf diese Weise phosphorsaure Talkerde. Diese wägt man und berechnet sie, nach Abzug des Filtergewichtes, auf das Gewicht der reinen Talkerde. (100 Grammen phosphorsaurer Talkerde enthalten 36,7 Grammen Talkerde; wieviel Grammen Talkerde sind in x Grammen phosphorsaurer Talkerde vorhanden?)

Bemerkung. Um eine bessere Uebersicht über die Quantitäten der einzelnen Bestandtheile des Wasserauszugs zu erhalten, ist es gut, sich neben dem zur Zerlegung bestimmten Wasserauszuge noch einen besonderen zu machen. Diesen dampft man bei gelinder Wärme bis zur Trockenheit ab, wägt ihn und sagt nun:
Es sind in einer gewissen Bodenmenge so und so viel im Wasser lösliche Bestandtheile vorhanden. Diese bestehen der Analyse nach aus

m Theile Chlor
n „ Schwefelsäure
x „ Kalkerde
y „ Talkerde u. s. w.

C. Bestimmung der in Salzsäure löslichen Theile.

Die bei **B** erhaltene, vom Wasser ausgezogene und im Filter zurückgebliebene Erdmasse wird wieder etwa mit etwa 6 Loth Wasser, welchem man 2—3 Loth Salzsäure zugesetzt hat, in einer Glasflasche angerührt, einige Zeit einer sich bis zur Kochhitze steigernden Wärme ausgesetzt und hierauf durchfiltrirt. Der im Filter bleibende Rückstand wird tüchtig ausgewaschen, gut getrocknet und gewogen. Er enthält die im Wasser und in Säuren unlöslichen Erdtheile. Die von ihm abfiltrirte Flüssigkeit aber wird untersucht auf

1) Eisen
2) Thonerde
3) Kalk
4) Talkerde.

1) Bestimmung des Eisengehaltes.

Man versetzt die abfiltrirte Flüssigkeit so lange mit Aetzammoniak, bis sie stark alkalisch reagirt (d. h. einen hinein gehaltenen Streifen Kurkumapapier deutlich roth färbt.) Hierdurch wird nicht nur das Eisen (als Eisenoxyd), sondern zugleich die vorhandene Thonerde gefällt. Um nun die Thonerde vom Eisen loszutrennen, sammelt man den erhaltenen Niederschlag auf einem Filter, wäscht ihn gut aus, schabt ihn im noch feuchten Zustande behutsam vom Filter ab und erwärmt ihn mit etwas Aetzkalilauge gelinde in einer Porzellanschale, wodurch die Thonerde wieder aufgelöst wird. Wenn man endlich diese Auflösung (β) abfiltrirt, so bleibt das Eisenoxyd im Filter zurück. Dieses wäscht man gut aus und trocknet und wägt es.

Zusatz. Wenn man beabsichtigt, einen Boden überhaupt nur auf seinen Eisengehalt zu untersuchen, so übergießt man eine bestimmte Quantität desselben mit dem doppelten Gewichte verdünnter Salzsäure, setzt das Gemisch eine kurze Zeit der Siedhitze aus und verfährt dann gerade so, wie oben angegeben worden ist.

2) Bestimmung der Thonerde.

Hierzu nimmt man die unter 1. vom Eisenoxyd abfiltrirte Flüssigkeit (β), in welcher die Thonerde durch Aetzkali aufgelöst ist, und versetzt sie so lange mit Salzsäure, bis sie schwach sauer reagirt. Alsdann setzt man so lange Aetzammoniak zu, bis kein Niederschlag mehr erfolgt. Die hierdurch erhaltene Thonerde wird auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, geglüht und gewogen.

3) Bestimmung des Kalkes.

Hierzu wird die Flüssigkeit benutzt, welche man oben bei 1. durch Abfiltriren der mittelst Aetzammoniak niedergeschlagenen Thonerde- und Eisentheile erhalten hat. Diese Flüssigkeit versetzt man mit oxalsaurem Ammoniak und verfährt nun gerade so, wie unter **B. II. b.** angegeben worden ist.

4) Bestimmung der Talkerde.

Man nimmt die bei 3. vom oxalsauren Kalke abfiltrirte Flüssigkeit und verfährt nun nach der unter **B. II. c.** angegebenen Weise.

D. Besondere Untersuchung des Kalkgehaltes in einem Boden.

Kommt es darauf an, nur den Kalkgehalt eines Bodens erfahren zu wollen, so kann man auch auf folgende Weise verfahren: Man übergießt 1 Loth getrockneten Bodens in einem geräumigen Kochfläschchen mit 6 Loth Wasser und dann nach und nach mit 1 Loth Salzsäure und stellt ihn einige Stunden an einen warmen Ort. Sobald das Aufbrausen aufgehört hat, gießt man die Mischung auf ein Filter und spült Fläschchen und Filter mit Wasser gehörig aus. Die durchgelaufene gelbliche Flüssigkeit versetzt man so lange mit Ammoniak, bis sie deutlich darnach riecht. Hierdurch wird das etwa vorhandene Eisenoxydhydrat in bräunlichen Flocken abgeschieden. Man filtrit dasselbe ab. Die abfiltrirte wasserhelle Flüssigkeit erhitzt man nun in einem Kochfläschchen bis zum Kochen und versetzt sie dann so lange mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Ammoniak, als noch ein Niederschlag entsteht. Dieser Niederschlag ist kohlensaurer Kalk, den man auf einem Filter sammelt, auswäscht, trocknet und abwägt.

E. Besondere Untersuchung des Phosphorsäure-, Ammoniak-, Kali- und Natrongehaltes.

1) Bestimmung der Phosphorsäure.

Hierzu werden etwa 3—4 Loth des getrockneten Bodens mit der Hälfte kohlensauren Natron und etwa 8 Loth Wasser in einer Porzellanschale vermischt und $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde lang der Kochhitze ausgesetzt. Die Flüssigkeit wird hierauf abfiltrirt und bis zur Trockenheit abgedampft. Den dadurch entstandenen Salzrückstand glüht man (um die etwa in ihm vorhandenen organischen Substanzen, wie Humussäure, zu zerstören), löst ihn dann wieder in Wasser auf und filtrirt ihn ab. Die abfiltrirte Flüssigkeit neutralisirt man mit Schwefelsäure (so daß sie weder auf Lackmuspapier, noch auf Curcumapapier reagirt), und setzt dann schwefelsaure Talkerde und Aetzammoniak zu. Hierdurch wird die Phosphorsäure als phosphorsaure Ammoniak-Talkerde gefällt. Diese sammelt man nun auf einem gewogenen Filter, wäscht sie gehörig aus und glüht sie, wodurch das Ammoniak

entfernt wird. Aus dem Gewichte der nun noch übrigen phosphorsauren Talkerde kann man leicht die Phosphorsäure berechnen nach B. II. c.

2) Bestimmung des Ammoniaks.

Man vermischt etwa 3—4 Loth frische (also nicht getrocknete) Erde, mit der Hälfte zerfallenen Aetzkalks oder besser kohlensauren Kalis und bringt sie in eine Retorte, welche mit einer Glasröhre verbunden wird, die in eine Flasche reicht, in welcher mit Salzsäure versetztes Wasser enthalten ist. Hierauf erwärmt man die Retorte langsam und verstärkt die Hitze nach und nach so lange, bis kein Gas mehr entwickelt wird. Die in der Wasserflasche enthaltene Flüssigkeit wird nun bis zur Trockne abgedampft. Der Rückstand ist Salmiak (salzsaures Ammoniak), aus dessen Gewicht das Ammoniak berechnet wird (100 Th. Salmiak enthalten 32,03 Ammoniak).

3) Bestimmung des Kali und Natron.

Hierzu nimmt man eine abgewogene Menge scharf ausgetrockneten Bodens, übergießt dieselbe mit verdünnter Salzsäure und erhitzt sie bis zum Kochen etwa 5—10 Minuten lang. Hierauf filtrirt man die Flüssigkeit ab und dampft das Durchfiltrirte bis zur Trockene ein. Den hierdurch erhaltenen Salzrückstand löst man nun in 5—6 Theilen heißen Wassers wieder auf, läßt die Flüssigkeit kalt werden und filtrirt sie abermals ab. Die nun erhaltene Flüssigkeit theilt man in 2 Theile und benutzt

a. den einen Theil zur Bestimmung des Kali,

indem man ihn mit eben so viel Alkohol versetzt und dann salzsaure Platinauflösung zugiebt, wodurch das Kali krystallinisch niedergeschlagen wird;

b. den anderen Theil zur Bestimmung des Natrons.

Zu diesem Zwecke muß man die dazu bestimmte Quantität der Flüssigkeit erst nach der oben bei C. angegebenen Weise von ihrem Kalk- und Talkerdegehalte befreien und sie dann wieder bis zur Trockene abdampfen. Den hierdurch erhaltenen Salzrückstand glüht man, löst ihn alsdann mit wenig Wasser wieder auf und versetzt ihn mit etwas Schwefelsäure, worauf das Natron als Glaubersalz (schwefelsaures

Natron) auskrystallisirt, welches man nun auf seinen Natrongehalt berechnet (100 Th. Glaubersalz enthalten 19,24 Natron).

Bemerkungen:

1) Die eben mitgetheilte Methode, den Boden chemisch zu zerlegen, ist nach des Verfassers Ansicht ganz ausreichend für den Praktiker und auch wohl einfach genug, um ohne große chemische Kenntnisse ausgeführt werden zu können. Wer aber eine noch ausführlichere und ins tiefste Detail eingehende Weise der Bodenzerlegung wünscht, der muß die in Sprengel's Bodenkunde mitgetheilte Anleitung zur chemischen Analyse der Ackererden vom Prof. Otto oder Fresenius' Anleitung zur quantitativen Analyse (§. 181—184) studiren und anwenden.

2) Schließlich merke man noch folgende Vorsichtsmaßregeln:
   a. Die Kochgeschirre putze man stets ganz trocken ab, damit sie in der Hitze nicht springen. Auch koche man überhaupt die Bodenmischungen nicht auf einmal zu stark.
   b. Man gieße die Mischungen behutsam und gerade in die Mitte des Filters, damit dasselbe sich nicht umbiegt oder zerreißt.
   c. Die Reagentien, namentlich die Säuren, tröpfele man nur nach und nach in die zu prüfende Flüssigkeit.

Druckfehler.

Seite 12, Zeile 1 von oben lies reiner statt reines.
— 13, setze §. 13 statt §. 12.
— 32, Zeile 3 von unten lies Bodengemengtheil statt Bodengemengtheils.
— 42, im §. 41 lies Beziehung statt Bedeutung.
— 100, im §. 96 lies schwefelsaure statt schwefesaure.
— 153, im §. 156 lies Grundboden = Vermittlungsschichte statt Grundboden-Vermittelungsschichte.
— 204 setze vor die Ueberschrift: 2) statt 3).
— 231 setze vor die Ueberschrift: 3) statt d.
— 309, Zeile 5 von unten lies stehenden statt stehendrn.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Senft, Ferdinand,

Lehrbuch der Gebirgs- und Bodenkunde zunächst für Forst- und Landwirthe

Bd.: 2

Jena 1847
Lith. 376 i-1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10284620-9